



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®
Campus Ciudad Valles

TECTZAPIC®

Revista Académico-Científica

Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Valles

DICIEMBRE 2023 Vol.9 N°2

ISSN: 2444-4944

“Calidad Educativa Para La Productividad”

DIRECTORIO

Ing. Héctor Aguilar Ponce
Director TecNM / I. T. de Ciudad Valles

M.P.L.E. Luis Medina Urbina
Subdirector de Servicios Administrativos

M.S.E.P. Azucena de los Ángeles Gutiérrez Reyes
Subdirectora de Planeación y Vinculación

M.E. Karina Berlanga Reséndiz
Subdirectora Académica

CONSEJO EDITORIAL

<i>Ing. Héctor Aguilar Ponce</i>	<i>Presidente</i>
<i>M.E. Karina Berlanga Reséndiz</i>	<i>Secretario Académico</i>
<i>M.S.E.P. Azucena De Los Ángeles Gutiérrez Reyes</i>	<i>Secretaria de Relaciones Internas y Externas</i>
<i>M.P.L.E. Luis Medina Urbina</i>	<i>Secretario de Finanzas y Comercialización</i>
<i>M.E. Alba Verónica Balderas Sánchez</i>	<i>Secretario Técnico</i>
<i>M.E. Zenayda Salieran Cepeda</i>	<i>Jefa de Información y Jefa de Edición y Producción</i>
<i>M.T.I. Nitgard Zapata Garay</i>	<i>Jefe de Edición Digital</i>
<i>Lic. Leticia Delgado Velázquez</i>	<i>Jefa de Resguardo y Distribución de Publicaciones</i>

COMITÉ CIENTÍFICO

<i>Dr. Mariano Mendoza Elos.</i>	<i>Docente investigador del Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Roque, División de Investigación de Posgrado e Investigación.</i>
<i>Dr. José Porfirio González Farías.</i>	<i>Docente investigador del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Celaya, Posgrado en Gestión Administrativa.</i>
<i>Dr. Jorge Valencia Herberth.</i>	<i>Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Huejutla.</i>
<i>Dra. Laura Georgina Vázquez Lara De La Cruz.</i>	<i>Docente Investigador del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Celaya.</i>
<i>Dra. María Magdalena Montserrat Contreras Turrubiates.</i>	<i>Investigadora de la Sociedad Mexicana de Física</i>

<i>Dra. Araceli Camacho Navarro.</i>	<i>Docente Investigadora de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.</i>
<i>Dra. Rocío Crystabel López González.</i>	<i>Investigadora Senior y Jefa del Departamento de Microbiología del Suelo, SOLENA Ag.</i>
<i>Dra. Anahí Jobeth Borrás Enríquez.</i>	<i>Docente Investigadora del Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso.</i>
<i>Dra. María Isabel Garduño Pozadas</i>	<i>Docente Investigadora de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Autónoma de México.</i>

COORDINACIÓN DE PUBLICACIÓN

M.E. Zenayda Saldierna Cepeda

Jefa del Departamento de Comunicación y Difusión.

REGISTRO ANTE EL IMPI – No. 2550676

Nombre: TECTZAPIC

Tec- En referencia al origen de la revista del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles.

Tzapic – Significa “fuerte” en el idioma Tének de la región de la Huasteca.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	7
NORMAS PARA PUBLICACIÓN EN TECTZAPIC	8
TENDENCIAS TEMPORALES EN LOS NIVELES DE CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE AGUAS DE CIUDAD VALLES DE LOS AÑOS 2020-2022". TEMPORAL TRENDS IN RESIDUAL CHLORINE LEVELS IN THE WATER SYSTEM OF CIUDAD VALLES OF THE YEARS 2020-2022. Baldomero Ponce Medina; Habacuc Lorenzo Márquez.	12
“STARFIL” ALTERNATIVA DE FILTRO PARA AUTOMÓVIL CON CARTUCHOS REEMPLAZABLES. “STARFIL” CAR FILTER ALTERNATIVE WITH REPLACEABLE CARTRIDGES. Zenayda Saldierna Cepeda, Efraín Lugo Cornejo, Ma. Concepción Saldierna Cepeda, Leonel Montalvo Rubio.	20
DISPOSITIVO DE RECOLECCIÓN DE DATOS MEDIANTE SENSORES PARA EL CUIDADO DE PLANTAS, USANDO IOT. SENSOR- BASED DATA COLLECTION DEVICE FOR PLANT CARE USING IOT. María Itzel Sebastián López; Alexandro López Castro; Azucena de los Ángeles Gutiérrez Reyes; Baldomero Ponce Medina.	35
ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LOS INDICADORES SOCIOECONÓMICOS QUE IMPACTAN EL DESARROLLO EDUCATIVO DE UN ESTADO. DOCUMENTARY ANALYSIS OF THE SOCIOECONOMIC INDICATORS THAT IMPACT THE EDUCATIONAL DEVELOPMENT OF A STATE. Azucena de los Ángeles Gutiérrez Reyes, Belem Meza Arteaga, Héctor Aguilar Ponce; Desiderio Leines Medina.	49

PRESENTACIÓN

Una Institución de Nivel Superior se caracteriza por el parámetro de excelencia educativa que la distingue, la responsabilidad académica que va más allá de la imagen propuesta y que, en vías de un desarrollo que amerita reconocimiento con base a la experiencia de cuarenta dos años, propone y promueve en la Región de la Huasteca Potosina, una docencia y una investigación de gran alcance y compromiso, en lo que compete al proceso enseñanza- aprendizaje, apegado al modelo y enfoque por competencias.

Si bien es sabido, algunos teóricos, al referirse a la investigación como trabajo intelectual avalado por fuentes originales, cuyo fundamento sostiene su credibilidad y permanencia, sostienen que la verdadera intencionalidad creadora de proponer alternativas posibles encaminadas a una también posible solución, es resultado de teoría y praxis, cuya exposición y aplicación participativa, perfecciona lo establecido, innova lo investigado, corrobora lo previamente propuesto, sostiene con nuevos y/o novedosas aportaciones que el problema a investigar, es de alguna u otra manera inacabable y siempre susceptibles de nueva búsqueda y cambio. Por lo que, en general y substancialmente, la investigación da pie a procesos asiduos y permanentes cuya amplitud cognoscitiva, definitivamente conlleva responsabilidad, compromiso y respeto por el trabajo propio y por el de los demás.

TECTZAPIC, “Tecnológico Fuerte” es una revista semestral, con revisión por pares, dirigida y arbitrada por el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Valles; editada y mantenida por Servicios Académicos Intercontinentales S.L. con el apoyo de Grupo EUMED.NET.

Todos los artículos publicados en esta revista son indexados en bases de datos científicas internacionales a través de los índices: **Latindex, IdeasRepec, Dialnet, Researchgate y Google Scholar**

Público al que va dirigida

Esta revista está dirigida a todo tipo de público, principalmente a los interesados en los temas publicados: profesores, estudiantes, investigadores y lectores en general.

Política de acceso abierto

Esta revista provee acceso libre inmediato a su contenido bajo el principio de poner disponible gratuitamente toda la información posible.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

NORMAS PARA AUTORES

Es necesario como parte del proceso de envío del texto de un artículo para su publicación en la revista Tectzapic, los autores deben verificar el cumplimiento de los elementos aquí solicitados ya que deben seguir las reglas descritas, en caso de no cumplir estas pautas les será devuelto el manuscrito a los autores.

Los artículos deberán cumplir con el requisito de originalidad, utilizar la plantilla adjunta, en formato de Microsoft Word, con el tipo de letra Times Roman 12 pts., espacio entre líneas de 1.0, texto con alineación justificada. La extensión debe ser de un mínimo de 12 a un máximo de 15 páginas.

El artículo debe tener los apartados de: Introducción, Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones y al final las Referencias.

Tiempo de respuesta máximo. Será de 90 días desde el cierre de la convocatoria de la recepción a la publicación.

Solicitar la plantilla para el artículo y carta de los autores al correo de oficinaeditorial@tecvallés.mx

1. Título. El título en español e inglés, en su redacción debe ser explícito y de forma sucinta reflejar el contenido del trabajo.

2. Autoría. Nombre(s) completo(s) y apellidos completos de las personas de quienes son autores, el organismo o centro de trabajo y correo electrónico del contacto de correspondencia. Es importante incluir el número de filiación ORCID. (En caso de no estar registrado lo puede hacer de forma gratuita en el siguiente enlace: <https://orcid.org/register>).

3. Resumen y Abstract. En un párrafo de máximo 15 líneas (en español e inglés) se deberá plasmar el contenido esencial de su artículo, presentando el objetivo de la investigación, la metodología utilizada, los resultados más importantes y las principales conclusiones.

4. Palabras clave. Presentar cinco conceptos separados por comas. Se recomienda emplear los tesauros Unesco.

5. Introducción. Al redactar debe ser con un lenguaje claro, conciso y coherente. Los textos serán escritos en español.

6. Metodología. Descripción detallada del método trabajado en su investigación.

Tablas y figuras. Incrustar estas en el texto después de mencionarla por primera vez, estarán numeradas de acuerdo a su aparición y cada una llevará su título breve, claro y descriptivo, El título de la figura o tabla debe aparecer una línea debajo del número. Utilice cursiva en el título. En caso de ser necesario alguna explicación deberá ir al pie como “nota”, así como con la indicación de la fuente correspondiente, en caso de que esta sea tomada de otro autor.

Se mandarón además todas ellas en formato JPEG, en un único archivo comprimido ZIP o RAR. Las fotografías y figuras tendrán una resolución mínima de 300 píxeles por pulgada para su publicación.

Fórmulas y/o expresiones matemáticas. Deberón insertarse en el propio Word o LibreOffice, pero en ningún caso irón incorporadas como imágenes.

7. Resultados. Éstos son los productos del análisis de los datos. Normalmente se resumen los datos recolectados y el tratamiento estadístico que se les practicó. Aunque cuando no se aplican análisis estadísticos o cuantitativos, los resultados pueden ser frases o afirmaciones que resuman la información.

8. Discusión y conclusiones. En esta parte se derivan conclusiones, Se hacen recomendaciones para otras investigaciones, se analizan las implicaciones de la investigación y se establece cómo se respondieron las preguntas de investigación y si se cumplieron o no los objetivos.

9. Referencias. Desarrollará un listado de los materiales citados en el texto, estos son los que dan soporte a su artículo.

Las referencias y citas deben ser en formato APA 7, <https://normas-apa.org/> . Todas las referencias citadas en el artículo deben estar con la información completa en la sección correspondiente de “REFERENCIAS”, cuando esta sea un artículo que tenga DOI, deberá indicarse siempre.

Ejemplos de citas que aparecen en el cuerpo del texto

En caso de ser citas textuales solamente en caso de ser menos de 40 palabras se presenta incrustada en el texto entre comillas o si la cita tiene 40 palabras o más debe ser presentada en bloque, a parte del texto, y siempre al final anotar la página de la misma.

Ejemplo: Interpretando los resultados, Smith (2001) sugiere que la “aptitud para...” (p.421)

Las citas parafraseadas es cuando se presenta ideas o información de alguna investigación de un autor, pero en palabras propias del que redacta el artículo; esto permite resumir, sintetizar y comparar autores de referencia. Siempre se debe incluir el apellido del autor y el año de publicación. Al parafrasear no es obligatorio incluir el número de la página del autor citado.

Ejemplo

El porcentaje de consumo de calorías en la década superó por en un 100% a la anterior. (Ramírez, 2021).

Ejemplo:

Según Blanco (2019) la aprobación crediticia es indispensable (pp. 30–31).

Para citar un estándar, una norma técnica o una directriz de calidad en el Estilo APA, debes proporcionar el autor, la fecha, el título y la fuente del trabajo. Después del título, proporcione cualquier número o identificador para el estándar entre paréntesis sin cursiva.

Ejemplo cita norma

(Organización que hizo el estándar, año).

Referencia

Organización que hizo el estándar. (año). Título de la norma (Norma núm. 1234). <https://www.url.com>

Citar corporaciones, instituciones o fundaciones como autores. Cuando la autoría es el nombre un corporativo o asociación. Sólo abrevies el nombre completo de la institución a

un acrónimo apropiado cuando la abreviatura sea bien conocida (una universidad famosa o una institución como la ONU, por ejemplo). En caso de ser un organismo poco conocido, deberá escribir el nombre completo en la primera cita e inserte la abreviatura entre paréntesis/corchetes después del nombre completo. En las siguientes citas, puedes utilizar la abreviatura.

Ejemplo de citas:

(Asociación Americana para el Avance de la Ciencia [AAAC], 2014, p. 18)

Siguientes citas

(AAAC, 2014, p. 90)

Citas secundarias. Se refiere al contenido original presentado en otra publicación. Preferentemente utilizar la cita original, pero de no ser posible siga estas instrucciones cuando cite una fuente secundaria:

- En la lista de referencias, proporcione una entrada para la fuente secundaria que utilizó.
- En el texto, identifique la fuente primaria y escriba “como se citó en” y apunte la fuente secundaria.
- Si se conoce el año de publicación de la fuente primaria, inclúyalo también en la cita del texto.

Ejemplo: Se está parafraseando un trabajo de González (2020) en el que cita la investigación de Fuentes (1981), se cita el trabajo de González como la fuente original, seguido del trabajo de Fuentes. Solo el trabajo de González debe aparecer en la lista de referencias.

Cita en paréntesis

(Fuentes, 1981, como se citó en González, 2020)

Cita narrativa

Fuentes (1981, como se citó en González, 2020) presenta su descubrimiento de los beneficios de tomar agua...

Citas con más de un autor. Cuando se cita una fuente que tiene tres, cuatro o cinco autores, todos los autores se incluyen la primera vez que la fuente sea citada. Cuando esa fuente se cita de nuevo, se utiliza el apellido del primer autor y "et al"

Cada una de citas deberá incluirse en el apartado correspondiente a la REFERENCIAS, al final del artículo en extenso y sólo se incluirán las referencias que se hayan citado en el trabajo; por lo tanto, no se integrarán otras complementarias, aunque se consideren de interés para el tema. Ejemplo: (Hernández et al., 2019).

ENVÍO DE ARTÍCULO

- En un primer envío solo será el texto del artículo de forma anonimizada.

Una vez que ha sido aceptado para su publicación

Deberá anexar en su envío los siguientes archivos.

- El artículo ya con los datos de los autores participantes de acuerdo al formato solicitado.
- Declaración de autoría firmada
- Imágenes y gráficas en un único fichero comprimido en formato ZIP o RAR

Los archivos complementarios deben cargarse como diferentes componentes del artículo.

Para los artículos autorizados y previo a su publicación

Se enviará al autor de correspondencia la prueba de su artículo para ser revisada en un plazo máximo de tres días. En las pruebas no se permitirán modificaciones adicionales a las observadas. Una vez se realice la publicación definitiva, se notificará de ello al autor de correspondencia.

Tendencias temporales en los niveles de Cloro residual en el Sistema de Aguas de Ciudad Valles de los Años 2020-2022"

Temporal trends in residual chlorine levels in the water system of Ciudad Valles of the years 2020-2022

Recibido: 30-octubre del 2023

Aceptado: 01 de diciembre del 2023

Baldomero Ponce Medina
Tecnológico Nacional de México/ IT de Ciudad Valles
<https://orcid.org/0009-0000-7957-5007>
Autor de correspondencia:
baldomero.ponce@tecvalles.mx
Habacuc Lorenzo Márquez
Tecnológico Nacional de México/ IT de Ciudad Valles
<https://orcid.org/0000-0001-7060-6188>

RESUMEN

El agua es el elemento más importante para la vida del ser humano y es vector de peligros físicos, químicos y biológicos importantes para el hombre, por lo que en su ingesta es necesario verificar las condiciones de salubridad de la misma que determinen su aptitud en el consumo humano (OMS, 2017). La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la concentración de dosis de cloro residual libre presente en el agua potable de la planta potabilizadora, sistemas de distribución y abastecimiento en las zona urbana y rural por la dirección de agua potable y saneamiento de Ciudad Valles responsable del aseguramiento y control de calidad del agua, cotejándola con la NOM-127-SSA1-2017; NOM-127-SSA1-2021. El método de medición del cloro residual libre fue por colorimetría. Para la medición de cloro residual libre presente en la planta potabilizadora se recolectaron 80 muestras por mes, la zona de distribución urbana 36 muestras por mes, equivalente a 36 vivienda al azar, zona rural 28 muestras por mes equivalente a 28 viviendas al azar. Los resultados obtenidos demuestran que en base a la NOM-127-SSA1-2017; NOM-127-SSA1-2021, la concentración de cloro residual total es de 0.2 a 1.5 mg/l, indicando que en la planta potabilizadora la dosificación de cloro, se presenta en el resultado de cloro residual libre por arriba del límite máximo permisible 2.5 m/l, en la zona urbana y rural los valores de cloro residual libre se encuentran dentro del límite máximo permisible. 0.2-1.5 mg/l, la cual garantiza que se encuentra libre de agentes patógenos y garantiza su aceptación en el consumo humano.

Palabras clave: Palabras clave: Cloro residual Total, Agua Potable, Dosis de Cloro, aforo, Desinfectante, Muestreo

Abstract

Water is the most important element for human life and is a vector of significant physical, chemical, and biological hazards for humans. Therefore, it is necessary to verify the sanitary conditions of water for human consumption (WHO, 2017). The objective of this research was to evaluate the concentration of residual free chlorine in drinking water from the water treatment plant, distribution systems, and supply in urban and rural areas by the water and sanitation department of Ciudad Valles, responsible for water quality assurance and control, in accordance with NOM-127-SSA1-2017-2021. The measurement method for residual free chlorine was colorimetry using inductive. A total of 80 samples per month were collected from the water treatment plant, 36 samples per month from the urban distribution area (randomly selected from 36 households), and 28 samples per month from the rural area (randomly selected from 28 households). The results obtained demonstrate that based on NOM-127-SSA1-2017-2021, the concentration of total residual chlorine should be between 0.2 and 1.5 mg/L. However, the results indicate that in the water treatment plant, the dosage of chlorine resulted in a

residual free chlorine concentration above the maximum permissible limit of 2.5 mg/L. In the urban and rural areas, the values of residual free chlorine are within the maximum permissible limit of 0.2-1.5 mg/L, ensuring the absence of pathogenic agents and guaranteeing its suitability for human consumption.

Keywords: Drinking water, Chlorine dosage, Flow rate, Disinfectant, Sampling.

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua constituye un elemento crítico en la gestión de la salud pública, dado que el agua es un recurso esencial para la supervivencia humana (World Health Organization, 2019). La desinfección del agua emerge como una práctica crucial para eliminar microorganismos patógenos y garantizar su seguridad para el consumo humano (Wolf et al., 2018). Entre los desinfectantes más ampliamente empleados, el cloro residual destaca por su eficacia en el tratamiento del agua (LeChevallier et al., 1996).

El cloro residual, al actuar como agente desinfectante, reacciona con los microorganismos presentes en el agua, destruyendo sus estructuras celulares y por lo tanto previene la propagación de enfermedades transmitidas por el agua (Wolf et al., 2018). Esta efectividad se traduce en una capa de protección continua a lo largo del sistema de distribución de agua, especialmente contra patógenos resistentes (Waak et al., 2018). Además, la investigación ha evidenciado la capacidad del cloro residual para mantener una eficaz desinfección en sistemas de suministro de agua a largo plazo (Sibille et al., 1998).

La medición y evaluación continuas de los niveles de cloro residual son esenciales para garantizar la calidad del agua potable (LeChevallier et al., 1996). Estudios recientes destacan la importancia de un monitoreo constante, ya que el cloro residual desempeña un papel fundamental en la desinfección del agua y prevención de enfermedades transmitidas por el agua (Gholami et al., 2018). En este contexto, el caso específico de Ciudad Valles, San Luis Potosí, se torna crucial, dada la influencia de factores geográficos y climáticos en la persistencia de agentes patógenos en el suministro de agua (Reyes-Gómez et al., 2020).

Investigaciones en regiones análogas han subrayado la necesidad de adaptar estrategias de desinfección a condiciones locales para asegurar la efectividad del tratamiento (LeChevallier et al., 1996). La variabilidad temporal en los niveles de cloro residual, afectada por factores estacionales y eventos climáticos, subraya la importancia de estrategias de monitoreo continuo y ajustes dinámicos en los procesos de desinfección (Alver, 2019).

La evaluación de tendencias temporales en los niveles de cloro residual en el sistema de agua de Ciudad Valles es esencial para comprender la variabilidad y eficacia de los procesos de desinfección con el tiempo. Investigaciones previas han resaltado la relevancia de seleccionar sitios de muestreo representativos para obtener una imagen precisa de la distribución de cloro residual en el sistema (Waak et al., 2018). La elección de la planta de tratamiento de agua, la zona urbana y las áreas rurales norte y sur en Ciudad Valles brinda una perspectiva integral de la variabilidad espacial en los niveles de cloro residual.

Es crucial considerar que la eficacia de la desinfección del agua puede variar según la ubicación y características específicas de cada punto de muestreo (Potgieter et al., 2018). Investigaciones en sistemas similares han encontrado variaciones significativas entre áreas urbanas y rurales, resaltando la importancia de considerar factores contextuales en la interpretación de los resultados. La implementación de técnicas analíticas avanzadas, como la espectroscopía de fluorescencia, puede ser beneficiosa para evaluar la efectividad de la

desinfección del agua y la identificación de posibles fuentes de contaminación (Chu et al., 2018). Integrar estos enfoques multidisciplinarios en el análisis de los niveles de cloro residual proporcionará una comprensión más completa de los procesos de desinfección y sus implicaciones para la calidad del agua potable en Ciudad Valles.

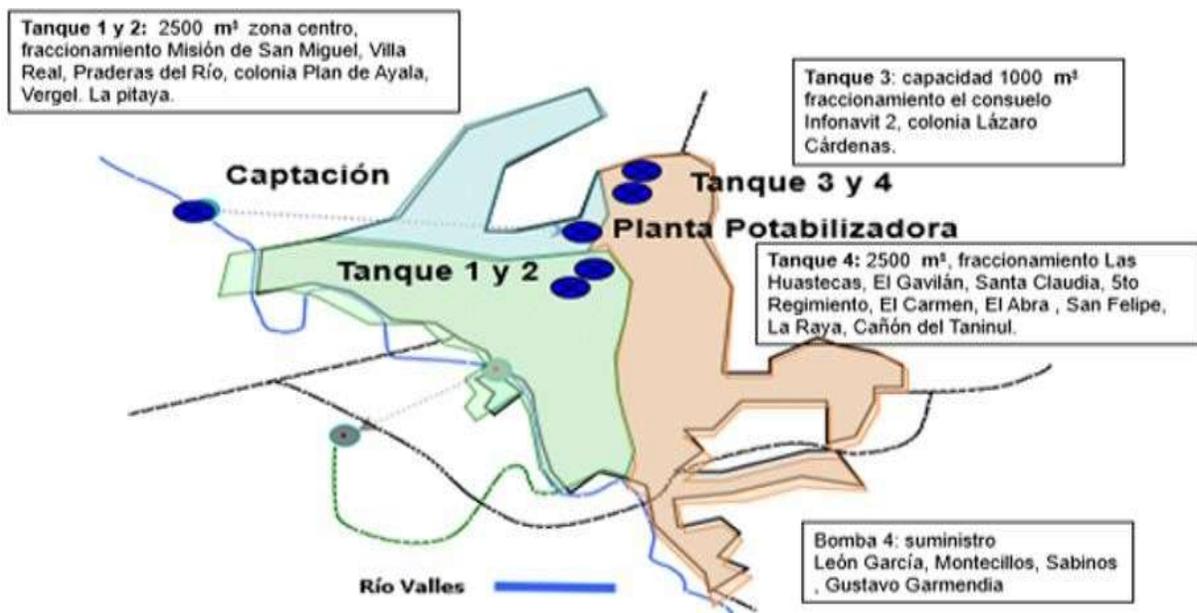
El objetivo principal de este artículo es proporcionar una evaluación detallada de las tendencias temporales en los niveles de cloro residual en el Sistema de Aguas de Ciudad Valles, con un énfasis particular en la variabilidad espacial y temporal. Se busca identificar posibles patrones entre las condiciones geográficas, climáticas y los niveles de cloro residual, así como evaluar la eficacia de las estrategias de desinfección implementadas en diferentes áreas del sistema. Este análisis contribuirá a mejorar la comprensión de los factores que influyen en la calidad del agua en Ciudad Valles y proporcionará información valiosa para el diseño de estrategias de gestión que garanticen un suministro de agua seguro y sostenible para la comunidad.

METODOLOGÍA

Durante el período de investigación 2020-2021-2022, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del parámetro químico del cloro residual libre en el Sistema de Aguas de Ciudad Valles. El agua, proveniente de la fuente de abastecimiento ubicada en la subcuenca del Río Valles y tratada en la planta de potabilización (Parshall Módulo 1-2), se distribuye a través de las bombas (2, 3 y 5) y se almacena en los tanques de almacenamiento (1-2-3-4), los cuales suministran el vital líquido tanto a las zonas urbanas como rurales.

Figura 1

Mapa de distribución del agua potable de la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ciudad Valles. (Documento Interno DAPAS).



Fuente: Dirección de Agua Potable y Saneamiento

La selección de muestras se llevó a cabo mediante una muestra probabilística estratificada por zonas, considerando áreas clave del sistema de distribución de agua (ver Figura 1). La Zona 1, abarcando la Planta de Potabilización, Parshall Módulo 1, Parshall Módulo 2 ampliación, bombas 2, 3, 5 y la Zona de Pipas, fue objeto de muestreos detallados. La Zona 2, correspondiente a la Zona Urbana, incluyó muestreos específicos en el Tanque 1-2, cubriendo áreas habitacionales como el centro, Fraccionamiento Misión de San Miguel, Villa Real, Praderas del Río, Colonia Plan de Ayala, Vergel y La Pitaya. También, se abordó el Tanque 3, atendiendo a Fraccionamiento El Consuelo, Infonavit 2 y Colonia Lázaro Cárdenas, así como el Tanque 4, abasteciendo a fraccionamientos como Las Huastecas, El Gavilán, Santa Claudia, 5to Regimiento y El Carmen. En la Zona 3, considerada Zona Rural, se seleccionó el Tanque 4, suministrando áreas habitacionales como El Abra, San Felipe, La Raya y Cañón del Taninul. Finalmente, en la Zona 4, correspondiente a la Bomba 4, se recolectaron muestras en áreas habitacionales como León García, Montecillos, Los Sabino y Gustavo Garmendia.

Por tal motivo el diseño experimental de este estudio involucra un enfoque sistemático para la recolección de datos en los cuatro sitios de muestreo mencionados: la planta de tratamiento de agua, la zona urbana, y las áreas rurales norte y sur en Ciudad Valles. Las mediciones se realizaron de forma diaria y se evaluaron a través de su promedio mensual \pm desviación estándar durante los años 2020, 2021 y 2022, posteriormente se evaluaron las diferencias significativas entre sitios buscando capturar las posibles variaciones estacionales y anuales en la eficacia de la desinfección del agua.

La cuantificación de los niveles de cloro residual se llevó a cabo mediante una modificación del método establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (ver Figura 2). Este método proporciona directrices precisas para garantizar la coherencia y repetibilidad de los resultados con estándares nacionales e internacionales.

Adicionalmente, para el análisis estadístico, se emplearon herramientas de programación en Python, utilizando el entorno de Google Colab. Se verificaron los supuestos estadísticos y, cuando fue necesario, se realizaron transformaciones de datos para cumplir con los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se implementó un análisis de varianza (ANOVA de una sola vía) para determinar diferencias significativas entre los niveles de cloro residual en las diversas zonas de muestreo. Para validar las diferencias identificadas, se realizaron pruebas post-hoc, como la prueba de Tukey, que permitió comparaciones múltiples ajustadas y proporcionó una comprensión más detallada de las variaciones espaciales.

FIGURA 2

Equipo chlorine DPD method cat no.21988 Marca Hach, Reactivo DPD.MOO109-F5



Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA una sola vía) para los años 2020, 2021 y 2022, presentados en la Figura 3, revelan patrones significativos en los niveles de cloro residual libre en distintas zonas del Sistema de Aguas de Ciudad Valles.

En el año 2020, la variación en los niveles de cloro residual entre las zonas fue altamente significativa ($F(3, 164) = 21.15, p < 0.001$). La Figura 3 muestra claramente la discrepancia entre las zonas en este año, destacando la influencia sustancial de la ubicación geográfica en la concentración de cloro residual.

En 2021, la diferencia entre las zonas también fue estadísticamente significativa ($F(3, 164) = 34.17, p < 0.001$), evidenciando patrones consistentes en la distribución espacial del cloro residual. La Figura 3 refleja la magnitud de estas variaciones, resaltando la persistencia de disparidades entre áreas específicas.

En el año 2022, la significativa diferencia entre las zonas se mantuvo ($F(3, 164) = 40.32, p < 0.001$), consolidando la tendencia observada en los años anteriores. La Figura 3 visualiza claramente la estabilidad de estas disparidades, indicando la relevancia persistente de la ubicación geográfica en la concentración de cloro residual.

La consistente variabilidad espacial en los niveles de cloro residual, como evidenciado por los resultados del ANOVA de una sola vía, destaca la necesidad de considerar factores geográficos y climáticos en las estrategias de desinfección del agua. Estos resultados respaldan hallazgos previos que subrayan la influencia de la ubicación geográfica en los niveles de desinfectante residual (Ramírez et al., 2015).

La mayor concentración de cloro residual en ciertas zonas puede atribuirse a diversos factores, como la distancia desde la planta de tratamiento, la infraestructura del sistema de distribución y las características geológicas locales (Muñoz et al., 2020). La literatura destaca la importancia de adaptar estrategias de desinfección según las condiciones geográficas específicas para garantizar una distribución efectiva del cloro residual en el sistema de agua (Waak et al., 2018).

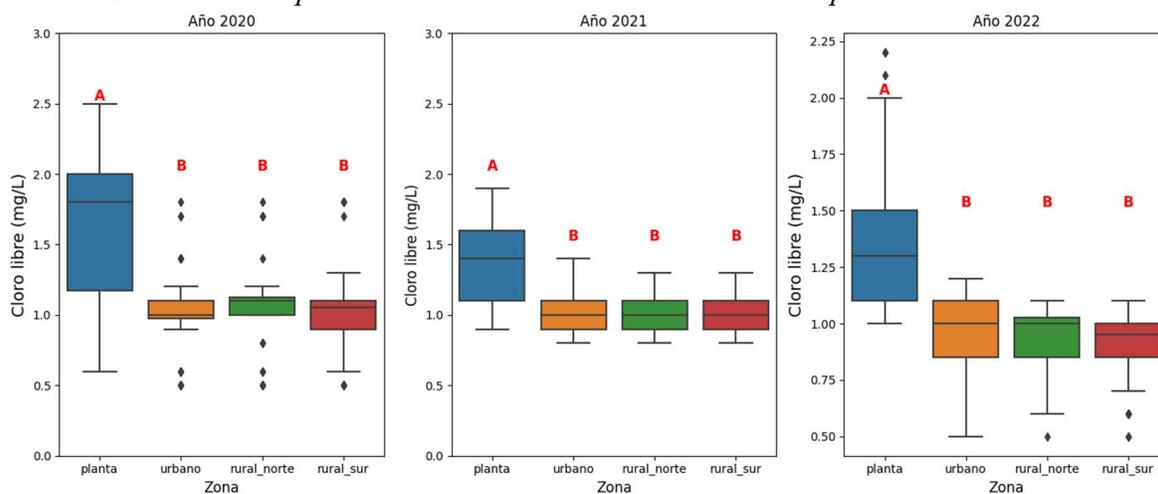
La persistencia de diferencias significativas entre las zonas a lo largo de los años subraya la necesidad de un monitoreo continuo y ajustes dinámicos en las estrategias de desinfección para adaptarse a las cambiantes condiciones ambientales (LeChevallier et al., 1996). Además, la implementación de técnicas analíticas avanzadas, como modelos de predicción

espacial, podría mejorar la comprensión de la variabilidad espacial en los niveles de cloro residual (Wang et al., 2018).

En conclusión, la evaluación detallada de los patrones temporales y espaciales en los niveles de cloro residual proporciona información crucial para optimizar las estrategias de desinfección en sistemas de suministro de agua similares a Ciudad Valles. Estos resultados respaldan la importancia de considerar la geografía y la variabilidad espacial en la gestión efectiva de la calidad del agua potable.

FIGURA 3

Tendencia temporal en los niveles de cloro residual comparación ANOVA.



Nota: *Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas p-value < 0.05.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Estos estudios destacan la importancia crítica de la cloración adecuada en los sistemas de agua potable, ya que se observaron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de cloro residual entre grupos en los años de muestreo 2020, 2021 y 2022. Mediante el análisis de varianza (ANOVA de una sola vía), se evidenciaron disparidades significativas entre las zonas evaluadas, resaltando la planta potabilizadora como el grupo con la mayor concentración de cloro residual.

La presencia satisfactoria de cloro en todos los grupos durante los tres años de muestreo indica que se están cumpliendo los estándares de calidad y las regulaciones establecidas para garantizar la seguridad del agua potable. Específicamente, el cloro residual libre desempeña un papel crucial en la desinfección efectiva del agua, actuando como un desinfectante eficaz contra microorganismos patógenos y asegurando la salubridad del agua para el consumo humano.

La implementación de transformaciones logarítmicas en los casos necesarios y el uso de pruebas estadísticas como la prueba de Tukey para identificar diferencias significativas entre los grupos refuerzan la robustez y la validez de nuestros hallazgos. Estos resultados subrayan la importancia de la cloración adecuada en los sistemas de agua potable, tanto en la planta potabilizadora como en las zonas urbanas y rurales, para garantizar una desinfección efectiva y mantener la calidad del agua en todas las etapas de distribución.

La figura 3 proporciona una representación visual de las diferencias significativas en la concentración de cloro residual entre los grupos evaluados. Este gráfico de comparación ANOVA de una sola vía resalta claramente las disparidades observadas y refuerza aún más la importancia de implementar medidas adecuadas de cloración en los sistemas de agua potable para garantizar la seguridad y la salud pública.

Este estudio, realizado en el contexto de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México, aporta conocimientos significativos a la comunidad científica y a las autoridades responsables del suministro de agua potable. Nuestros hallazgos contribuyen a la comprensión de la calidad del agua potable en la región y pueden servir como base para la mejora continua de los sistemas de tratamiento y distribución de agua, con el objetivo de proteger y promover la salud pública.

En conclusión, nuestros resultados resaltan la importancia crítica de una cloración adecuada en los sistemas de agua potable, respaldados por el análisis de varianza y las pruebas estadísticas utilizadas. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para la práctica de la gestión del agua y subrayan la necesidad de mantener niveles óptimos de cloro residual libre para garantizar una desinfección efectiva y la seguridad del agua potable.

REFERENCIAS

- Alver, A. (2019). Evaluation of conventional drinking water treatment plant efficiency according to water quality index and health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(26), 27225-27238.
- Buffle, J., Altmann, R. S., Filella, M., & Tessier, A. (1990). Complexation by natural heterogeneous compounds: site occupation distribution functions, a normalized description of metal complexation. *Geochimica et cosmochimica acta*, 54(6), 1535-1553.
- Chu, H. J., Kong, S. J., & Chang, C. H. (2018). Spatio-temporal water quality mapping from satellite images using geographically and temporally weighted regression. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 65, 1-11.
- Gholami-Borujen, F., Zazouli, M. A., & Fallahi, S. (2018). A review of the effects of climate change with an emphasis on burden of waterborne diseases. *Iranian Journal of Health Sciences*.
- LeChevallier, M. W., Welch, N. J., & Smith, D. B. (1996). Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. *Applied and environmental microbiology*, 62(7), 2201-2211.
- Muñoz-Nájera, M. A., Tapia-Silva, F. O., Barrera-Escorcia, G., & Ramírez-Romero, P. (2020). Statistical and geostatistical spatial and temporal variability of physico-chemical parameters, nutrients, and contaminants in the Tenango Dam, Puebla, Mexico. *Journal of Geochemical Exploration*, 209, 106435.
- Potgieter, S., Pinto, A., Sigudu, M., Du Preez, H., Ncube, E., & Venter, S. (2018). Long-term spatial and temporal microbial community dynamics in a large-scale drinking water distribution system with multiple disinfectant regimes. *Water Research*, 139, 406-419.
- Ramírez-Castillo, F. Y., Loera-Muro, A., Jacques, M., Gameau, P., Avelar-González, F. J., Harel, J., & Guerrero-Barrera, A. L. (2015). Waterborne pathogens: detection methods and challenges. *Pathogens*, 4(2), 307-334.

- Secretaría de Salud. (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación, 22 de noviembre de 1994.
- Sibille, I., Sime-Ngando, T., Mathieu, L., & Block, J. C. (1998). Protozoan bacterivory and *Escherichia coli* survival in drinking water distribution systems. *Applied and Environmental Microbiology*, *64*(1), 197-202.
- Waak, M. B., LaPara, T. M., Halle, C., & Hozalski, R. M. (2018). Occurrence of *Legionella* spp. in water-main biofilms from two drinking water distribution systems. *Environmental science & technology*, *52*(14), 7630-7639.
- Wang, W., Yuan, W., Chen, Y., & Wang, J. (2018). Microplastics in surface waters of dongting lake and hong lake, China. *Science of the Total Environment*, *633*, 539-545.
- Wolf, J., Hunter, P. R., Freeman, M. C., Cumming, O., Clasen, T., Bartram, J., ... & Prüss-Ustün, A. (2018). Impact of drinking water, sanitation and handwashing with soap on childhood diarrhoeal disease: updated meta-analysis and meta-regression. *Tropical medicine & international health*, *23*(5), 508-525.
- World Health Organization. (2019). Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals (No. WHO/CED/PHE/WSH/19.149). World Health Organization.

“Starfil” alternativa de filtro para automóvil con cartuchos reemplazables

“Starfil” car filter alternative with replaceable cartridges

Recibido: 30-octubre del 2023

Aceptado: 01 de diciembre del 2023

Zenayda Saldierna Cepeda

Tecnológico Nacional de México/ IT de Ciudad Valles
<https://orcid.org/0009-0005-8832-1988>

Efraín Lugo Cornejo

Tecnológico Nacional de México/ IT de Ciudad Valles
<https://orcid.org/0009-0009-3414-1841>

Ma. Concepción Saldierna Cepeda

Tecnológico Nacional de México/ IT de Ciudad Valles
<https://orcid.org/0009-0001-1523-637X>
concepcion.saldierna@tecvalles.mx

Leonel Montalvo Rubio

Estudiante de Tecnológico Nacional de México/ IT de Ciudad Valles Carrera de Ing. Industrial 20690229

RESUMEN

La presente investigación considera las mejoras en el rediseño del filtro de aceite automotriz. En dicho rediseño se ofrece una alternativa eficaz para la reducción de residuos contaminantes a causa del uso de filtros convencionales utilizados en los motores de combustión interna teniendo en consideración los factores de los materiales del filtro de aceite intercambiable de acuerdo al comportamiento mecánico de los materiales, se usará poliamida como materia prima esencial para reducir el uso de metales en el filtro en este año 2023 logrando la innovación de un filtro reusable. Con la realización de este prototipo se desarrolló una metodología descriptiva con la ayuda del software SolidWorks mostrando buenos resultados y efectividad. El resultado de esta investigación es el logro de un filtro de aceite intercambiable que es posible gracias al diseño de los componentes, su válvula anti retorno y el análisis de simulación estático.

Palabras clave: Prototipo, reducción de desechos, filtro de aceite, contaminación, Poliamida

Abstract

The present investigation considers the improvements in the redesign of the automotive oil filter. In said redesign, an effective alternative is offered for the reduction of polluting residues due to the use of conventional filters used in internal combustion engines, taking into account the factors of the materials of the interchangeable oil filter according to the mechanical behavior of the materials, polyamide will be used as an essential raw material to reduce the use of metals in the filter. With the realization of this prototype, a descriptive methodology was developed with the help of SolidWorks software, showing good results and effectiveness. The interchangeable oil filter is possible thanks to the design of the components, its non-return sense and the static simulation analysis.

Keywords: Prototype, waste reduction, oil filter, pollution, polyamide

INTRODUCCIÓN

Un filtro de aceite considera en su diseño un componente para retener o filtrar que a su vez le permite eliminar contaminantes del aceite, bien sea del aceite del motor, del mal llamado aceite de la transmisión (valvulina o ATF en función de si es cambio manual o automático) o de algunos fluidos hidráulicos (Reyes, autonocion.com, 2018) aunque esta invención ayuda al propio vehículo a mantenerse funcionando por los años, estos materiales representan una gran parte de residuos que se generan en los talleres y zonas de afinación, puesto que son desechables, se usan 2 filtros por año en cada vehículo, dicho producto mayormente genera residuos metálicos, porque no se tiene una regulación completa a pesar de que existan leyes que estipulen lo que se debe de hacer con los filtros usados. Los filtros de aceite desechables comúnmente se componen de un cartucho colocado dentro de una carcasa de acero con una rosca, mediante la cual el filtro se enrosca directamente al cuerpo del motor (Filtron, 2017).

En este caso, el sistema fijo tiene que ser de aluminio, para que tenga durabilidad, bajo peso y buena disipación de calor.

Por ello se ofrece la alternativa para reducir el impacto ambiental del propio material proporcionado y se reutilizará una parte del filtro llamada “la carcasa”, ya que habitualmente ésta al cumplir su función no se reutiliza, por lo tanto, el dispositivo innovado permitirá que en el sistema de filtrado de aceite se reduzca la generación de residuos sólidos contaminantes.

Para el logro de la propuesta se utiliza el estudio de Materia prima principal y para el desarrollo de la propuesta el análisis de durabilidad del componente “los ensayos de resistencia a la abrasión, desgaste y rayado son estrictamente necesarios para determinar la durabilidad de la superficie de un producto. El ensayo de abrasión TABER es una de las pruebas homologadas para valorar la calidad de una superficie” (NEURTEK, n.d.), ya que no hay registros en la ciudad, ni este tipo de estudios para realizarlos en la zona de influencia.

METODOLOGÍA

El filtro de aceite siempre ha sido muy parecido desde su invención en 1923 y fue patentado por Ernest Sweetland y George H. Greenhalgh (Noria Latin America, 2013), la necesidad de atención nace por la eminente generación de residuos que han generado, y al encontrarse en la sociedad actual direccionalidad hacia la importancia de reducir los residuos contaminantes si se quiere seguir subsistiendo sin la consecuencia que acarrea el daño al medio ambiente.

La poliamida (PA) es la materia prima principal para el desarrollo de la propuesta, la poliamida (PA) se trata de un plástico de fibra natural y sintética. Es posible generarla con una reacción química debido a su compuesto de polímero. En el sector es comúnmente conocido como Nylon y se considera como un termoplástico debido a sus propiedades (Redacción aceromafe, 2022).

Algunos datos que se pueden especificar sobre el material, es que la temperatura de servicio continuo ronda los 100°C (Ensinger, 2017), lo que la hace una buena opción porque resiste los picos de temperatura a los que está sometido el aceite dentro del motor y mas adelante en las pruebas con software también se indica que es resistente a la presión que le ejerce el aceite al momento de entrar al filtro.

Filtros de aceite convencionales (FAC) se tratan de dispositivos que emplean un elemento interno fabricado de celulosa plisada (papel plegado en forma de acordeón), los cuales atrapan y retienen los contaminantes que circulan junto al aceite (Reyes, Filtros de aceite para motor, 2021)

Cuentan con una carcasa que no se puede abrir, generalmente son de aluminio con demas aleaciones y son desechables.

Los filtros de aceite para automovil de tipo cartucho su sistema de cartuchos es muy interesante por su economía y facilidad de servicio debido a que en él nos encontramos con una parte fija instalada en una zona estratégica del sistema de lubricación. Esta parte fija cuenta con una tapa de rosca hermética que puede retirarse con el fin de acceder al cartucho que como norma general suele ser de papel corrugado (celulosa). A diferencia de los sistemas blindados o monoblock, en este sólo reemplazamos el interior por lo que la pieza es más económica y genera menos residuos (Reyes, Filtros de aceite para motor, 2021) .

Una vez comentado el tema de la materia prima y los diferentes tipos de filtros que existen, toca hablar sobre como va a estar distribuida la cadena de produccion para crear lo que vendría a ser los dos productos.p

Comparación de los componentes del filtro convencional y el nuevo sistema de filtrado STARFIL

1.- Junta de filtro

La junta está hecha de silicona en los filtros convencionales, se trata de un material que al contacto con el aceite y las elevadas temperaturas de operación del motor pierde sus propiedades de sellado ocasionando con el paso del tiempo filtraciones que se presentan, pero cumple con su objetivo durante la vida útil del filtro, por su parte esta pieza será reemplazada en el nuevo sistema por una junta fabricada en nitrilo ya que cuenta con características similares pero con una vida útil mayor garantizando el perfecto sellado durante un lapso de tiempo mayor, esto debido a que el sistema se esperar tenga un vida mucho mayor a la del filtro convencional.

Figura 1

Junta simbólica de filtro convencional



Nota: Es una pieza de un filtro convencional solo para ejemplificar el punto. Fuente: Scubatic.

2.-Tapa entrada del filtro.

En el filtro convencional se encuentra fabricada por lamina de acero de un calibre grueso sobre la cual se perforan orificios por los cuales entrará el aceite sucio, además de contar con un canal en la circunferencia donde se ubica la junta del filtro en la parte central se troquela una rosca por medio de la cual se anclará al monoblock y será la vía de salida de aceite limpio hacia los componentes internos del motor. Por su parte, será sustituida por una base más robusta de aluminio, debido a su ligereza, conductividad térmica, entre otras características. Este nuevo componente será más complejo debido a que no contará con un roscado interno de anclaje, sino que solo tendrá el orificio central de salida, además en las vías de entrada también sufrirá cambios, en lugar de tener orificios circulares se cambiarán por perforaciones en forma de medio arco para aumentar el tamaño del área de entrada y de igual manera en la circunferencia contará con un canal para la junta del filtro. Tendrá una altura mayor ya que en su interior tendrá una ranura para el anclaje de la válvula antirretorno y un roscado en la parte interior para el soporte del filtro de cartucho, la circunferencia estará fabricada con un roscado interno para el ensamble de la carcasa y un pequeño chaflán para permitir un perfecto sellado de una segunda junta entre la base y la carcasa.

Figura 2

Tapa de entrada ilustrativa de un FAC



Nota: La pieza convencional se está usando de manera ilustrativa.

Fuente: <https://www.autodaewoospark.com>

3.- Válvula antirretorno.

En los filtro convencionales esta parte se encuentra fabricada en silicona, cuenta con una forma de membrana que se encuentra en la parte inferior del filtro y su objetivo es evitar el vaciado del filtro mientras el motor se encuentre apagado para que al momento de ponerlo en marcha nuevamente, también sirve para disminuir el tiempo en el que el sistema de lubricación alcance un caudal y una presión óptima de trabajo y al disminuir este lapso de tiempo se previene el desgaste prematuro de componentes internos del motor, como: cojinetes de cigüeñal, biela, levas, balancines, botadores hidráulicos y demás componentes. Esta válvula sufrió un rediseño total tanto en su material de fabricación como en su forma y mecanismo de funcionamiento, la nueva válvula está conformada por dos placas de poliamida de forma circular con un orificio central, una de las placas cuenta con un chaflán en la parte inferior para un perfecto sellado con las vías de la tapa de entrada del filtro y en la parte

posterior cuenta con cuatro pequeñas guías para muelles helicoidales (resortes), la segunda placa estará conformada por otras cuatro guías que coincidirán con la otra placa que también contará con 4 protuberancias para anclarse a la tapa del filtro (base), entre las dos placas se ubicarán los cuatro muelles helicoidales los cuales tendrán como objetivo cerrar de manera inmediata la válvula al desaparecer la presión de entrada teniendo como consecuente retener la mayor cantidad de aceite posible y para terminar, cabe recalcar que la válvula del filtro convencional cuenta con un retardo al necesitar de un empuje por la presión aceite al caer por gravedad, la nueva forma de operar otorga un beneficio mayor cuando la ubicación del filtro es en posición horizontal o invertida.

Figura 3

Imagen de apoyo Válvula Antirretorno FAC



Nota: La nueva pieza cambiará de diseño y de materiales, no como se observa en la imagen.
Fuente: Instituto Tecnológico Metropolitano

4.- Soporte inferior del cartucho.

Dentro del filtro de aceite convencional esta parte se encuentra fuertemente unida al medio filtrante mediante un adhesivo y por lo tanto no se puede considerar como un componente independiente, su función es aportar rigidez al cartucho evitando que la presión deforme el medio filtrante. La alternativa presentada es totalmente independiente al cartucho, se encuentra constituida en su totalidad por poliamida y en la parte inferior cuenta con roscado externo por medio del cual se sujetará a la base del filtro, a su vez separará las vías de entrada de la vía de salida.

Figura 4

Imagen demostrativa del soporte para el cartucho



Nota: la pieza no estará añadida al cartucho, ya que se podrá separar para colocar el nuevo.
Fuente: Motordocor.es

5.- Cartucho

Este se encuentra constituido por medio filtrante que varía su composición dependiendo del fabricante, pero en su mayoría está conformado de celulosa, fibra de vidrio y algodón. Este se encuentra plegado en forma zigzag y de forma cilíndrica para aumentar el área de acción del medio filtrante, en su interior cuenta con un tubo de acero perforado para aumentar la rigidez del cartucho dependiendo de los materiales de fabricación; la vida útil oscila entre los 5 mil y los 30 mil kilómetros, la propuesta es un filtro constituido únicamente por celulosa, conservando así la forma y materiales de fabricación para poder entregar la misma vida útil y este sería uno de los dos componentes que serán desechados al realizar el mantenimiento a este sistema, la rigidez proporcionada por el tubo central será a través de una estructura que se alojará en el soporte superior el cual se explicará a detalle en el siguiente punto.

Figura 5

Cartucho de muestra



Nota: La idea es que la pieza solo esté hecha de celulosa como en este caso. Fuente: Amazon.com

6.- Soporte superior del cartucho.

Dentro del filtro de aceite convencional esta parte también se encuentra fuertemente unida al medio filtrante mediante un adhesivo al igual que el soporte inferior, por lo tanto, no se puede considerar como un componente independiente su función es darle rigidez al cartucho evitando que la presión deforme el medio filtrante. La alternativa presentada es totalmente independiente al cartucho, debe estar constituida en su totalidad por poliamida, en la parte superior tendrá un roscado externo por medio del cual se sujetará a la carcasa del filtro y a su vez separará las vías de entrada de la vía de salida, este soporte también incorporará un vástago perforado en parte central y en los laterales sufriendo el tubo central del filtro convencional, además de contener la válvula de alivio de sobrepresión.

Figura 6

Soporte superior ilustrativo FAC



Nota: En ese punto es donde irá colocado el nuevo soporte para los cartuchos.

Fuente: Motordocor.es

7.- Válvula de alivio

En el FAC este componente se encuentra anclado al cartucho, su forma varía mucho dependiendo del fabricante, por lo que no tiene una forma estandarizada. Su función es generar una vía de paso del aceite en caso de que este alcance una presión peligrosa o el caudal del medio filtrante no sea el suficiente para satisfacer la demanda de lubricante dentro del motor. Su posición es normalmente cerrada, y para cambiar a una posición abierta necesita que el aceite alcance una presión específica que pueda ser ocasionada por aceleraciones bruscas del motor, o por un medio filtrante comprometido por exceso de impurezas generadas por un aceite sumamente contaminado, otro escenario posible es por una viscosidad alta del aceite al encontrarse a una temperatura baja, en este caso la válvula se cerraría al alcanzar la temperatura de trabajo óptima y disminuir la viscosidad del lubricante, todo lo anterior es para garantizar un flujo de lubricante a través de componentes importantes del motor, debido a que es preferible que opere con un aceite que contenga impurezas a quedarse sin un suministro de aceite, ya que esto ocasionaría severos daños en un corto periodo de tiempo. El nuevo diseño consta de una válvula compuesta por tres elementos el primero es un placa de poliamida circular con un chaflán en su circunferencia que servirá como sello impidiendo el paso cuando ésta se encuentre en posición cerrada, además en la parte posterior tendrá que tener 4 vástagos que servirán como guías para centrar el componente, el segundo será un muelle helicoidal el cual estará calibrado para contraerse cuando se aplique una fuerza específica en este caso una presión de aceite permitiendo la apertura de la válvula y el tercer componente estará construido en poliamida, será una placa inferior la cual servirá como base para el resorte, se crearán placas con cuatro orificios por los cuales correrán los vástagos del componente 1 y cuatro patas para anclarse al soporte superior del sistema.

Figura 7

Mecanismo de acción de la válvula de alivio



Nota: el funcionamiento será el mismo pero las piezas cambiarán radicalmente.
Fuente: <https://agdesign.me>

8.- Carcasa.

Es el componente en donde se aloja todo el sistema de filtrado, sirve de protección contra impactos, se encuentra fabricado en lámina de acero, va anclado a la tapa entrada del filtro a través de un proceso de maquinado conocido como engargolado, aporta rigidez estructural al filtro, además de ser el componente por el cual se sujeta para su instalación y desinstalación. La innovación es generar una carcasa a base de poliamida que pueda ser reutilizada varias veces y no se encuentre anclada de manera permanente a su base ya que deberá tener un roscado para su sujeción y una junta torácica a base de nitrilo para su sellado, esta última se convierte en el segundo componente a desechar cada vez que se realice mantenimiento. La carcasa en su interior contará con: el filtro de cartucho, el soporte superior del filtro y los componentes que se alojan en el interior del mismo. Para realizar el cambio de cartucho solo es necesario desenroscar la carcasa, posteriormente limpiar con algún solvente, cambiar la junta y el cartucho y volver a enroscarla a la base apretando con una fuerza específica.

Figura 8

Carcasa ilustrativa de los sistemas convencionales



Nota: Esta pieza estará construida en Poliamida (PA 66). Fuente: freepik.es

9.- Componentes que se introducen en el nuevo sistema

9.1- Tuerca de anclaje

Esta tendrá una medida específica dependiendo de las características del roscado encontradas en el motor de cada vehículo, al igual que el tamaño del sistema y del medio filtrante dependerá de las especificaciones de cada fabricante de automóviles. Esta característica ayudará a que un modelo sea compatible con un gran número de vehículos con el simple hecho de cambiar este único componente.

Figura 9

Método de estandarización: La Tuerca de anclaje



Nota: Con dicha tuerca se permitirá usar un tamaño de filtro compatible con diversa cantidad de modelos de automóviles. Fuente: Amazon.com

9.2- Junta torácica de nitrilo

Apoya al sellado de la carcasa con su base, deberá ser desechable y tendrá que remplazarse en cada mantenimiento al igual que el filtro de cartucho.

Figura 10

Junta torácica ilustrativa



Nota: Es una nueva pieza que servirá para el sellado completo de todo el sistema y que se deberá cambiar en cada mantenimiento. Fuente: Ebay.com

Prototipo y pruebas estáticas en el software de SOLID WORKS

Figura 11

Partes para la creación de un filtro completo

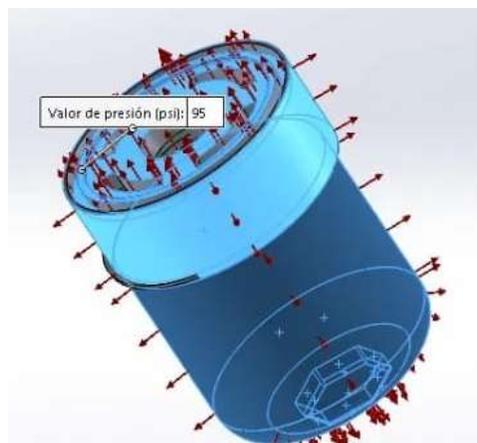


Nota: Estas son todas las piezas necesarias para la elaboración de un filtro de aceite completo donde se ven partes como la válvula de alivio, la válvula antirretorno y el filtro de papel celulosa. Fuente: Propia

Presentando un sistema de aceite funcional mediante cartuchos de filtro intercambiables de acuerdo a las especificaciones del fabricante automotriz, logrando que estos cartuchos tengan el mismo tiempo de vida que un sistema de aceite convencional, pero que el sistema fijo del filtro de aceite tenga un tiempo de vida útil para al menos 10 años de uso continuo, lográndose gracias al material por el cual estarán compuestas las piezas ilustradas.

Figura 12

Estudio de presión a 95 PSI en SOLID WORKS



Nota: Las flechas indican los puntos hacia donde realiza la presión el fluido de aceite.
Fuente: Propia

La presión es un factor muy importante en los sistemas de aceite de un motor a gasolina, dando una varianza mediante el estado actual del motor, como cuando está inactivo “Cuando tu auto funciona inactivo, no necesita la alta presión de aceite. 20-25 PSI es suficiente para la mayoría de los motores” (Rodríguez, 2022) o dando diferentes presiones mediante las revoluciones por minuto RPM.

Figura 13



Nota: La barra de colores indica los niveles máximos de deformación donde el azul es lo mínimo y el rojo representaría un punto de quiebre o una zona demasiado débil. Fuente: Propia

La deformación presentada es dada a una presión mayor a la de un motor en revoluciones altas, esto quiere decir que el estudio se realizó a una presión mayor a 60 PSI, “**la presión del aceite debe ser** de alrededor de 30 PSI cuando funciona en ralentí y de alrededor de 60 PSI cuando el motor funciona a velocidades más altas” (Rodríguez, 2022), da un logro de una deformación mínima que se presenta lejos de peligro de ruptura.

RESULTADOS

Como resultado se obtiene un filtro que genera hasta un 80% menos residuos metálicos después del primer cambio de cartucho porque al ser un dispositivo de dos piezas (sistema de aceite y filtro de cartucho) solo se desecha el 20% de residuo a diferencia de un filtro convencional que se desecha el componente completo, el impacto de Starfil genera menos de 100 gramos de residuos cuando se realiza el cambio de aceite, no genera residuos metálicos y su nomenclatura de tamaños es breve a comparación del filtro de aceite convencional.

Se identifica un punto de mejora para realización de pruebas y análisis para saber con exactitud el número de años de vida útil de la carcasa, ya que en promedio es 10 años y se llega a este número gracias a que algunas piezas ya utilizadas en automóviles que están hechas de poliamida y son usadas para la transferencia de líquidos que duran entre 7-10 años, pero hace falta hacer más pruebas para comprobarlo, por lo tanto, solo se ha realizado pruebas de resistencia a la presión, pero aún no se ha podido realizar pruebas de durabilidad del prototipo.

La contaminación es un problema el cual no se puede erradicar en un instante, pero si se pueden realizar acciones que permitan estabilizarlas condiciones mediante la disminución de contaminantes en los sectores donde se ve mayor contaminación y en este caso sería el sector industrial, donde es posible gracias a las innovaciones en los productos contaminantes en las distintas áreas industriales, como el área automotriz, presentando uno de los productos de más contaminantes atmosféricos, hídricos y de suelo, refiriéndonos a los filtros de aceite y los componentes añadidos después de su uso, ya que la eliminación de dicho producto presenta un grado fuerte de contaminación, es por esto que se llegó a la primera conclusión que STARFIL es una alternativa para cambiar los filtros de aceite utilizados en la actualidad, ya que con el simple hecho de la reducción de residuos de aluminio y almacenamiento de aceite, se puede disminuir entre un 60 y 80% de contaminantes a comparación de lo que generaría un filtro de aceite convencional.

Otro problema que no solo se presenta en esta área industrial, si no en todas, es la escasez o la disminución de recursos naturales y con esto el aumento de su valor tanto de materia prima como en el producto terminado, dando un valor mayor al consumidor final, es por esto que la segunda conclusión es donde el cartucho es intercambiable podemos obtener una gran disminución del costo a partir del segundo servicio de aceite, logrando así un precio más accesible al cliente y con esto brindar la oportunidad de tener un ahorro a partir del segundo servicio o cambio de aceite.

Con el paso del tiempo se puede observar la extinción y creación de nuevos productos los cuales surgen debido a la situación en la que se encuentra el planeta a día de hoy, ya sea favorable o no para el mundo con tal de satisfacer las necesidades humanas, gracias a lo anterior mencionado se puede decir que el tercer punto de la conclusión se trata de que STARFIL es un producto el cual logra no solo apoyar la industria automotriz dando una alternativo de un sistema de filtro de aceite, si no, también apoyando al medio ambiente gracias a su durabilidad y a la poliamida (PA) que es un material que también es reciclable.

Starfil al ser un sistema de filtrado de aceite, se rige bajo la norma oficial mexicana NOM-SCFI-1997, dentro de los puntos habla sobre que sean de uso multigrado, lo cual se cumple gracias a que la poliamida posee un rango de temperatura de servicio de -40 °C hasta 120 °C y el aluminio que posee temperaturas de servicio de -45°C hasta 250°C.

Norma ISO 4548 es empleada para medir la capacidad, propiedades de retención de partículas y la presión diferencial de los filtros de aceite lubricante para motores de combustión interna, para lo cual se realizan diferentes pruebas entre las que se encuentra la eficiencia de filtrado en partículas con tamaños superiores a 99 µm. de forma estándar se usan mallas de papel filtro de 20 µm.

La técnica avanzada de producción que debe de ser utilizada para implementar una producción en serie para el producto es el uso del mecanizado CNC (proceso de fabricación "sustractivo" que suele utilizar controles informáticos y máquinas herramienta), además puede ser combinado con ayuda de la inteligencia artificial para generar diseños de otros tamaños de filtros solo imprimiendo en este parámetros como las órdenes que determinan la posición y rotación de la herramienta de forma secuencial o el tamaño por fuera de dicha carcasa, esto para permitir el control de la posición y velocidad de desplazamiento exacta respecto al material a mecanizar (aluminio o acero para la base del dispositivo).

Una de las tecnologías clave es el software SOLIDWORKS, que es donde se crean los diseños de cada modelo de automóvil y que, además, ahí mismo pueden ser probados para revisar cualquier tipo de falla dentro del dispositivo antes de ser impreso.

Figura 7

Filtro STARFIL en uso



El nivel de madurez de la tecnología o Technology Readiness Level (TRL) es una medida para describir el estado de desarrollo o madurez de una tecnología, de acuerdo a las condiciones que muestra el desarrollo de producto mínimo viable que hasta ahora ha desarrollado, Starfil se coloca en el nivel 6, esto porque el prototipo es capaz de operar en condiciones reales en las cuales se pretende que funcione. En las pruebas realizadas el dispositivo logra trabajar a condiciones normales después del encendido del motor, pero sin exceder las revoluciones dentro de un vehículo para poder considerarse como una prueba de campo real, claramente el automóvil fue monitoreado para ir definiendo las posibles fallas que pudiera tener el filtro a lo largo de sus primeras pruebas.

Figura 8

Technology Readiness Level (TRL)



CONCLUSIÓN

La industria automotriz presenta nuevas innovaciones y creaciones en su área como son los vehículos híbridos o eléctricos, pero a pesar de esto la gran demanda que se tiene en los vehículos de motores a gasolina de combustión interna sigue siendo alta y con esto las piezas que utiliza para su funcionamiento, además mediante el mantenimiento de dicho vehículo se puede observar que crea más contaminantes aparte del que éste genera mediante su uso, gracias a esto se llega al cuarto punto de la conclusión donde se debe de dejar en claro que estos motores no se pueden eliminar por completo, pero si se puede innovar dentro del sistema para que genere una menor contaminación, que tenga un mayor durabilidad y por supuesto que funcione mediante un modelo de negocios sostenible; es importante hacer notar que algunas de las características antes mencionadas las satisface el sistema de aceite STARFIL brindando una disminución de contaminantes, teniendo una mayor durabilidad, contando con un precio accesible y siendo un sistema innovador. Este filtro está realizado físicamente, probado su funcionamiento y está en proceso de registro su propiedad industrial.

REFERENCIAS

- Ensinger. (19 de junio de 2017). *TECAMID 66 natural - División de semielaborados*. Obtenido de TECAMID : <https://www.ensingerplastics.com/en/shapes/pa66-tecamid-66-natural>
- Filtron. (2017). *FILTROS DE ACEITE*. Obtenido de Filtron: [https://filtron.eu/es/productos/filtros-de-aceite#:~:text=Filtro%20de%20carcasa%20\(spin-on,directamente%20al%20cuerpo%20del%20motor.](https://filtron.eu/es/productos/filtros-de-aceite#:~:text=Filtro%20de%20carcasa%20(spin-on,directamente%20al%20cuerpo%20del%20motor.)
- NEURTEK. (s.f.). *¿Cómo se evalúa la durabilidad de un producto?* Obtenido de NEURTEK: <https://www.neurtek.com/es/academia/articulos-tecnicos/pinturas-y-recubrimientos/como-se-evalua-la-durabilidad-de-un-producto#:~:text=Los%20ensayos%20de%20resistencia%20a,la%20calidad%20de%20una%20superficie.>
- Noria Latin America. (12 de noviembre de 2013). *La verdadera historia de los filtros automotrices*. Obtenido de Noria: <https://noria.mx/lublearn/la-verdadera-historia-de-los-filtros-automotrices/>
- Redacción aceromafe. (18 de enero de 2022). *QUÉ ES LA POLIAMIDA Y PARA QUÉ SIRVE*. Obtenido de Aceromafe: <https://www.aceromafe.com/poliamida-usos-propiedades/>
- Reyes, L. (9 de abril de 2018). *autonocion.com*. Obtenido de *Cuándo cambiar el filtro de aceite, ¿Para qué sirve?*: <https://www.autonocion.com/cuando-cambiar-filtro-de-aceite/>
- Reyes, L. (15 de junio de 2021). *Filtros de aceite para motor*. Obtenido de *autonocion.com*: <https://www.autonocion.com/tipos-de-filtros-de-aceite/>
- Rocha, R. (07 de junio de 2022). *Más autos en San Luis Potosí, pero con las mismas calles*. Obtenido de El Sol de México:

<https://www.elsoldemexico.com.mx/republica/sociedad/mas-autos-en-san-luis-potosi-pero-con-las-mismas-calles-9001858.html>

Rodriguez, A. (2022). *Presion de aceite*. Obtenido de Siempre auto:
<https://siempreauto.com/cual-debe-ser-la-presion-correcta-de-aceite-mientras-estas-acelerando-el-auto/>

Dispositivo de recolección de datos mediante sensores para el cuidado de plantas, usando IoT

Sensor- based data collection device for plant care using IoT

Recibido: 30-octubre del 2023

Aceptado: 01 de diciembre del 2023

María Itzel Sebastián López
Tecnológico Nacional de México / IT de
Ciudad Valles.

<https://orcid.org/0009-0003-7750-1997>
21690031@tecvalles.mx

Alexandro López Castro
Tecnológico Nacional de México / IT de
Ciudad Valles.

<https://orcid.org/0009-0009-0262-470X>

Azucena de los Ángeles Gutiérrez Reyes
Tecnológico Nacional de México / IT de
Ciudad Valles.

<https://orcid.org/0009-0006-6981-4733>

Baldomero Ponce Medina
Tecnológico Nacional de México / IT de
Ciudad Valles.

<https://orcid.org/009-0000-7957-5007>

RESUMEN

El objetivo de diseñar este dispositivo es medir el porcentaje de humedad del suelo en donde se encuentra la planta y que los datos que mida el sensor los visualice el usuario desde un dispositivo, sin tener que ir físicamente hasta donde se encuentre el sensor, consultando los datos en cualquier lugar mientras tenga internet. El sensor de humedad tiene un diseño preexperimental, aun contamos solo con el prototipo. Para la recolección de datos el dispositivo fue usado en dos tipos de plantas de dos tamaños. Los resultados muestran dos variaciones, el porcentaje más bajo fue para la planta desértica obteniendo un 8.9 % de humedad y el porcentaje más alto fue para la planta de romero que obtuvo un 87.43% de humedad. En conclusión, el sensor de humedad cumple con sus objetivos al medir porcentaje de humedad y consultar los resultados de manera remota a través de un dispositivo ya sea laptop, celular o tabletas, mientras este se encuentre conectado a una red de internet, todo esto gracias a la implementación de IoT (internet de las cosas).

Palabras clave: datos, humedad, plantas, dispositivo, internet.

Abstract

The objective of designing this device is to measure the percentage of soil moisture where the plant is located and that the data measured by the sensor can be visualized by the user from a device, without having to physically go to where the sensor is located, consulting the data anywhere as long as the user has internet. The humidity sensor has a pre-experimental design, we still only have the prototype. For data collection the device was used on two types of plants of two sizes. The results show two variations, the lowest percentage was for the desert plant obtaining 8.9% humidity and the highest percentage was for the rosemary plant that obtained 87.43% humidity. In conclusion, the humidity sensor meets its objectives by measuring humidity percentage and consulting the results remotely through a device such as a laptop, cell phone or tablet, as long as it is connected to an internet network, all this thanks to the implementation of IoT (internet of things).

Keywords: data, humidity, plants, device, internet.

INTRODUCCIÓN

La implementación de la tecnología ha permitido mejorar diversas áreas en la industria y en la vida de las personas, lo cual se ve reflejado en el acceso de información de una manera más fácil y rápida, a través de sitios web o dispositivos (Perrin, 2021). Por si fuera poco, con la implementación de la internet de las cosas (IoT) se ha simplificado actividades humanas de una manera asombrosa, dado a la disponibilidad de controlar a distancia diversos objetos con un dispositivo móvil, recopilar información y tomar decisiones basadas en los datos obtenidos.

Un claro ejemplo es la implementación de sensores en nuevos dispositivos electrónicos, donde se aplica la IoT, debido a que tienen la característica de detectar diferentes estímulos del exterior y proporcionar en ese momento cierta información, como: sensores de luz; pH; color; temperatura; velocidad; sonido y humedad. Al conectarlo a IoT se puede generar bases de datos, donde, posteriormente se pueda hacer un análisis de Big Data para hacer predicciones y tomar mejores decisiones (Mitjana, 2019). Gracias a esto se han logrado mejorar diferentes situaciones en el cual el ser humano batallaba en identificar los componentes que anteriormente se han mencionado.

Con estas tecnologías aplicables se pretende transformar la agricultura en agricultura inteligente para solventar algunos problemas que enfrenta, como minimizar recursos y optimizar estos mismos. Por tal motivo es que se están desarrollando nuevos métodos y herramientas para tener un mejor control de estos vitales recursos además de ayudar a los agricultores a tomar mejores decisiones y ahorrarles el tiempo de ir a verificar el estado en que se encuentran los cultivos.

A pesar del desarrollo de estas tecnologías destinadas a la agricultura en el que los sensores abarcan grandes áreas de medición del suelo; en el mercado no se encuentra gran variedad de dispositivos que permitan medir la humedad en áreas de suelo más pequeñas (como para macetas en el hogar) y proporcionar esa información al usuario en una base de datos.

Dado que se ha descubierto que las personas tienden a la decoración de los hogares con plantas, ya sea por gusto; el cómo relucen; amortiguar el calor u otras razones, la implementación de la IoT será de gran ayuda, para favorecer el crecimiento y prolongación de vida útil de estas mismas, puesto que existe cierto grupo que por algunas circunstancias se les tiende a secar al poco tiempo de tenerla o por cuestiones climatológicas.

Por tal motivo, nuestra finalidad es desarrollar un dispositivo que ayude a detectar la humedad del suelo con estímulos y que esa información proporcionada del dispositivo integrado con el sensor la envíe a través de una red de internet, para que la persona pueda acceder a ella y verificar su estado, además de estar a un costo accesible para la población y que lo puedan usar aquellas personas que lo requieran y ser parte de un futuro que cada día es más automatizado.

METODOLOGÍA

Problemática.

Este proyecto se ha realizado al ver la dificultad y esfuerzo que existe al cuidar plantas en las ciudades, unas de las razones descubiertas se deben a que las personas se olvidan de ellas por estar ocupadas en su trabajo, o por realizar otras actividades lo cual les deja menos tiempo de ocuparse de ellas, aunque por otro lado también puede deberse a que no se sabe cuándo es necesario regarlas.

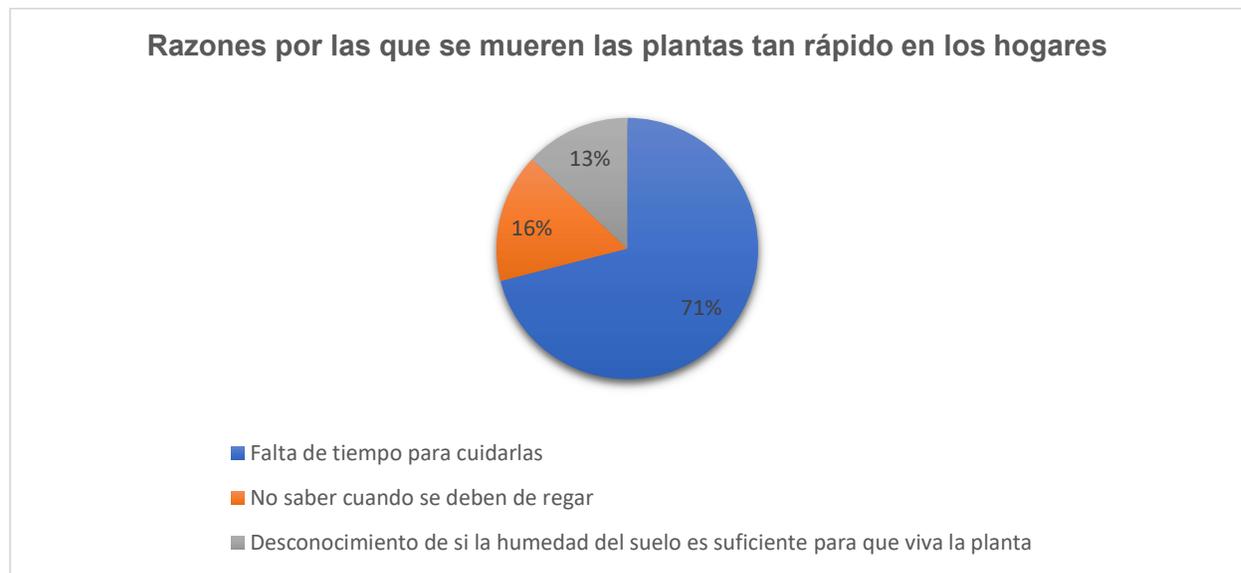
Nuestra base de estudio se ha enfocado en Ciudad Valles, San Luis Potosí, investigando información en internet sobre cuántas viviendas habitadas hay, además de seleccionar algunas colonias para averiguar si todos estos hogares tienen plantas; cuántos han tenido problemas para cuidarlas, y a que se puede deber.

Las colonias de la ciudad observadas fueron: El Carmen; Alta vista; Morales; Tecnológico; Santa rosa, Lázaro cárdenas, Vista hermosa y San Rafael.

Una vez recorrido las colonias, se analizó que de cada 10 casas 9 tienen cuatro o más plantas en sus patios. Al realizar una encuesta a personas que tienen plantas en sus hogares, siendo la mayoría personas adultas, se ha visto que, aunque a varias personas aun teniendo varios años cuidando plantas, tienen el problema de disponer poco tiempo de cuidarlas por estar trabajando, realizar otras actividades, o en otro caso, están las personas que se les seca sus plantas por no saber si es necesario regar regarla o no, por no saber el porcentaje de humedad que tiene el suelo.

Figura 1

Gráfica de las razones más comunes por las que a una persona se le seca una planta.



Fuente: Propia.

Añadiendo a esta información, según datos del INEGI, 2023 en datos de Demografía y sociedad, en hogares en Ciudad Valles hay 65,309 viviendas habitadas de los cuales ciertas viviendas cuentan equipo de laptop, equipo de cómputo, tableta, celular e internet

Tabla 1

Número de viviendas que cuenta con aparatos electrónicos e internet en Ciudad Valles.

<i>Viviendas que cuentan con:</i>	<i>Total</i>
<i>Laptop, PC, tableta</i>	17,588
<i>Celular</i>	48,507
<i>Internet</i>	24,652

Fuente: INEGI, 2023

Lo que nos muestra que al menos un 74.27% de los hogares tiene accesibilidad de conectarse a una red de internet, teniendo un celular. Por lo cual el implementar la internet de las cosas a un sensor que nos cuide nuestras plantas es un paso a automatizar nuestros hogares en cosas que nos importa, como en este caso, para el cuidado de las plantas en nuestras casas.

Implementación de la IoT

Con el auge tecnológico que se está viviendo en nuestra actualidad, la implementación de la IoT ha permitido la mejora de objetos que ya tenemos, siendo varios que utilizamos cotidianamente, tales como: focos, refrigeradores, aires acondicionados, electrodomésticos, coches, añadiendo a esto, ha mejorado en diversas áreas la gestión de información; la capacidad de almacenamiento de datos; microprocesadores; tecnologías que incluye sensores.

Esto se debe a que es posible conectar estos objetos a internet, como los antes mencionados, permitiendo una comunicación fluida entre personas y cosas, donde se puede subir información a la nube; generar una Big data para analizar patrones de información y recopilar datos con una mínima intervención humana, y todo esto a un bajo costo.

En este mundo hiperconectado, los sistemas digitales pueden grabar, supervisar y ajustar cada interacción entre las cosas conectadas. El mundo físico y el digital van de la mano y cooperan entre sí (Oracle, s.f.).

Las IoT es una tendencia que seguirá en aumento, debido a la posibilidad de conectar objetos y así crear herramientas que ayudan a gestionar y controlar todo desde un dispositivo. Tal es el caso del año pasado (2022) que el número de dispositivos conectados a internet excedía los 30 billones, y se estima que en el año 2025 este número alcance los 75 billones (Fernandez, 2022).

Materiales

En el desarrollo del dispositivo, se utilizan componentes ya fabricados, se ha implementado un sensor de humedad Arduino que se conecta a un módulo wifi ESP, en este caso el ESP

8266, que nos permite establecer la conexión wi-Fi; este módulo debe de estar conectado a un servidor para subir los datos análogos proporcionados por sensor a la nube; de este modo se establece una conexión entre el módulo y la base de datos mediante una red de internet.

Desde la plataforma de la base de datos se programa el módulo que se usa, estableciendo la interacción de información desde el sensor hasta un dispositivo, del mismo modo se establece el tiempo en el cual almacene información, puede ser desde segundos; minutos u horas; por ejemplo: en la plataforma se programa que cada 15 segundo se actualice la información de la lectura de datos que está dando el sensor. Si el usuario desea consultar estos datos (con las licencias adecuadas) puede ingresar a la plataforma para consultar el estado de su planta actual y los datos registrados anteriormente.

Interfaz entre la base de datos y Bot de WhatsApp.

La interfaz de usuario es el que permite a la persona interactuar con el dispositivo: esto abarca todos los puntos de contacto entre la persona y el equipo; básicamente, transmite o señalas lo que deseas hacer y este responde (Corrales, 2019).

Así que el enlazar un Bot de WhatsApp a la base de datos permite que el usuario tenga más accesibilidad a los datos que el sensor proporciona, el usuario pide la información que desee consultar y el Bot le manda el dato actualizado que tiene la base de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura del desarrollo del sistema.

Etapa 1. Selección de componentes para desarrollar el sistema

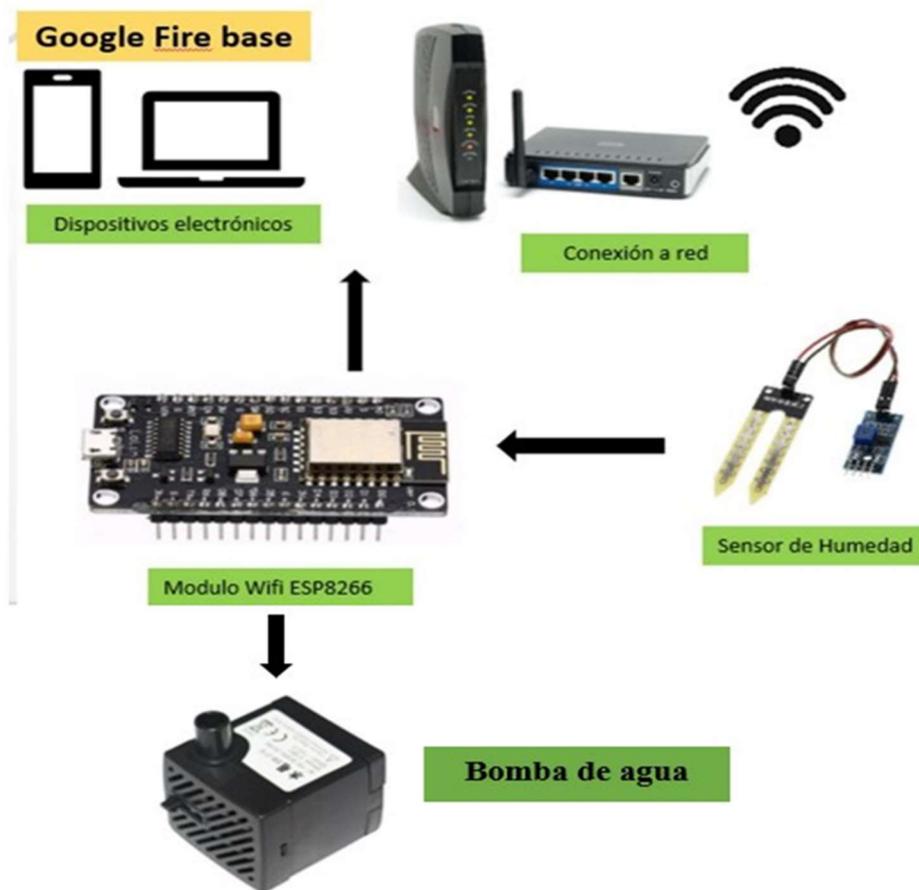
Para poder monitorear la humedad de suelo en tiempo real, registrar su comportamiento en cuestión de determinado tiempo (depende de cómo se programe en la base de datos cada cuanto tiempo registrara información) en una base de datos, se ha decidido emplear lo siguiente:

- **Hidrómetro de humedad del suelo, sensor arduino con dupont:** Este sensor utiliza las dos sondas para pasar corriente a través del suelo, luego lee la resistencia que se produce con la humedad de la tierra para obtener el nivel.
- **Jumpers:** Es un elemento de electrónica que nos permite abrir o cerrar un circuito eléctrico mediante terminales.
- **Modulo ESP 8266:** Módulo con sistema Wi-Fi. Utilizado principalmente para el desarrollo de aplicaciones integradas en la IoT (Internet de las cosas).
- **Computadora.**
- **Bomba de agua.**

A continuación, se muestra un diagrama general de cómo funciona el dispositivo, con los componentes, dispositivo electrónico, conexión a una red, sensor de humedad, módulo de WIFI y bomba de agua.

Figura 2

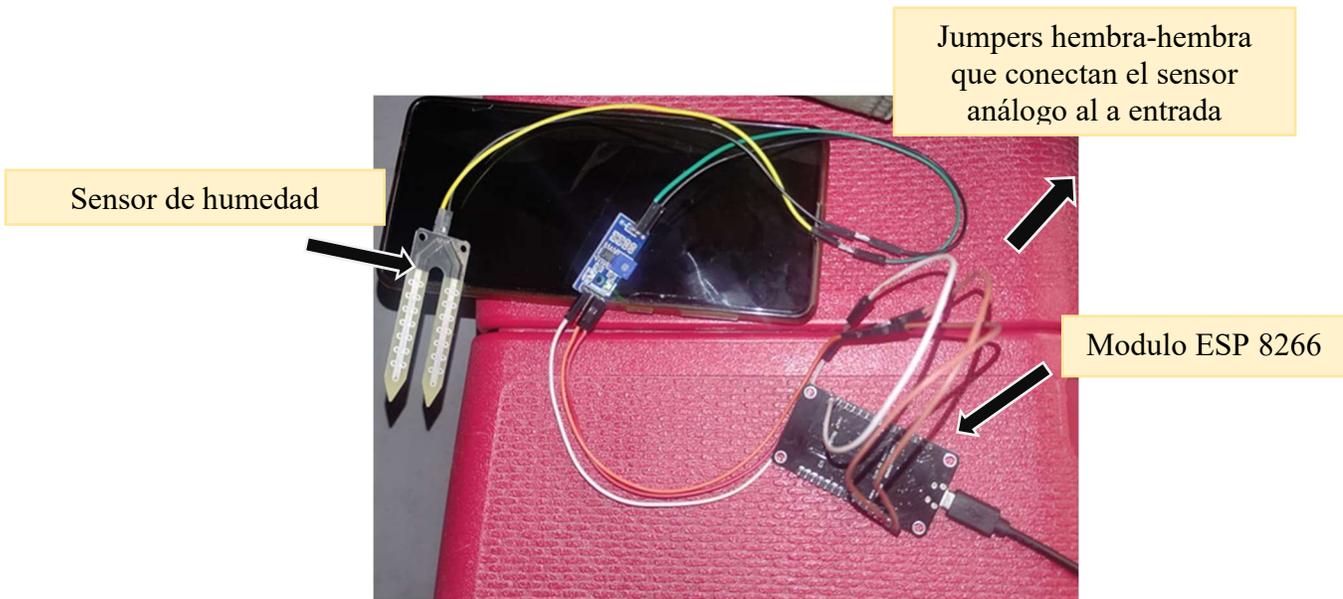
Conexión de los componentes para desarrollo del dispositivo de recolección de datos mediante sensores para el cuidado de plantas, usando IoT-



Nota: En la figura 2 se puede apreciar de manera superficial como se conectan los objetos. En el cual los datos análogos del sensor de humedad pasan a ser datos digitales al ESP 8266, donde posteriormente al recibir los datos esta placa los envía a través de internet a una base de datos. Fuente: Propia.

Figura 3

Conexión de sensor de humedad arduino al módulo ESP mediante jumpers



Fuente: Propia.

Etapa 2. Topología de comunicación

La placa de desarrollo ESP 8266 es el microcontrolador en el cual todo el programa se carga para que pueda funcionar, de esta forma se estará programando en el mismo para que interactúe con los sensores de entrada que recopilan información o sensores de salidas como dispositivos de control. En este prototipo se encuentran el sensor de humedad y un dispositivo de control que es una bomba de agua como anteriormente se ha mencionado.

Figura 4

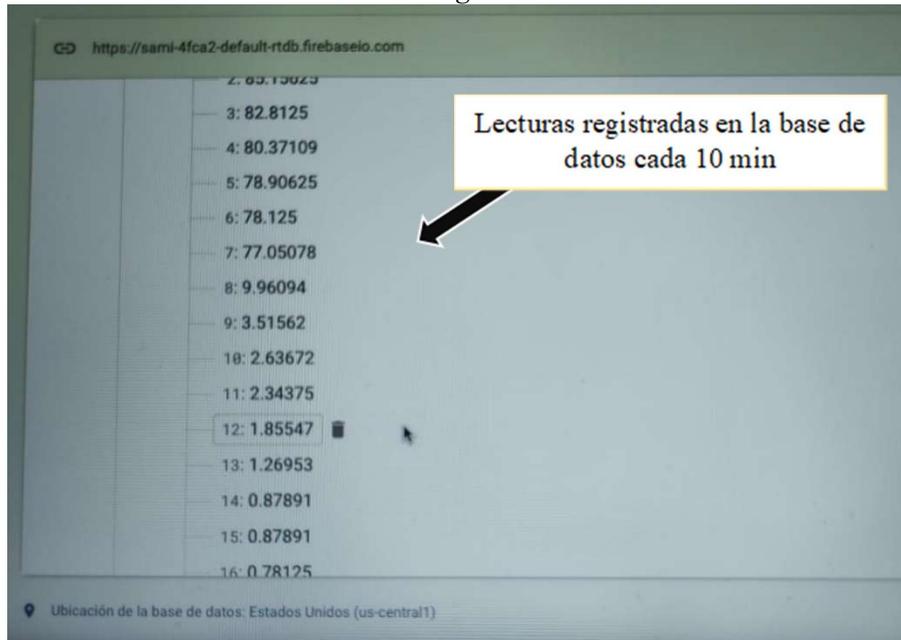
Pruebas de funcionamiento del dispositivo.



Fuente: Propia.

Figura 5

Pruebas de registro de datos

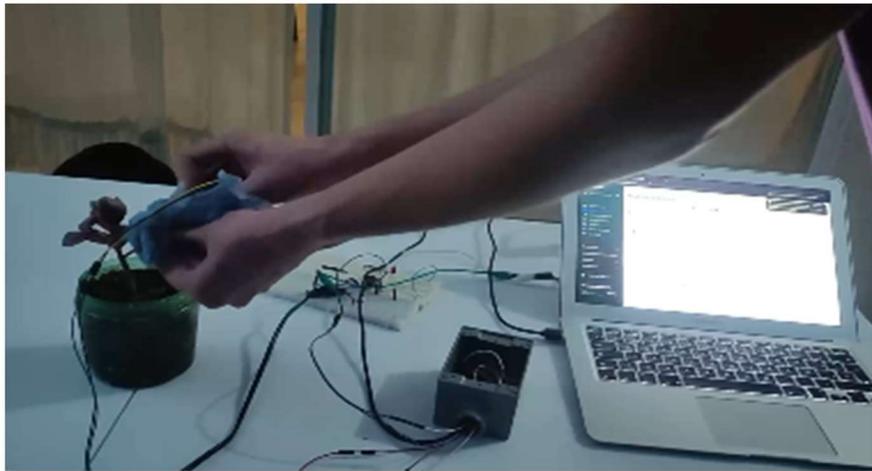


Nota: En la figura 5 se muestra un ejemplo del registro de datos proporcionados por el sensor en la base de datos. Fuente: Propia.

El sensor de humedad está tomando lecturas constantes del suelo, estos datos se encuentran de forma analógica de tal manera que el sensor tiene un convertidor ADC (analog to digital converter). Por lo tanto, las señales digitales si se pueden manipular en la placa de desarrollo para que los pueda interpretar. Una vez obtenida la información es alojada en el módulo ESP, existen varias sentencias para trabajar con los datos. Si la humedad es menor a 20% se enciende la bomba de agua, y si la humedad llega al 55% se apaga.

Figura 6

Pruebas del funcionamiento del dispositivo con la bomba de agua



Nota: En la figura 6 se aprecia cómo se activa la bomba de agua cuando el sensor detecta una disminución de humedad menor al 20% y como se desactiva al detectar una humedad superior al 55%. Fuente: Propia.

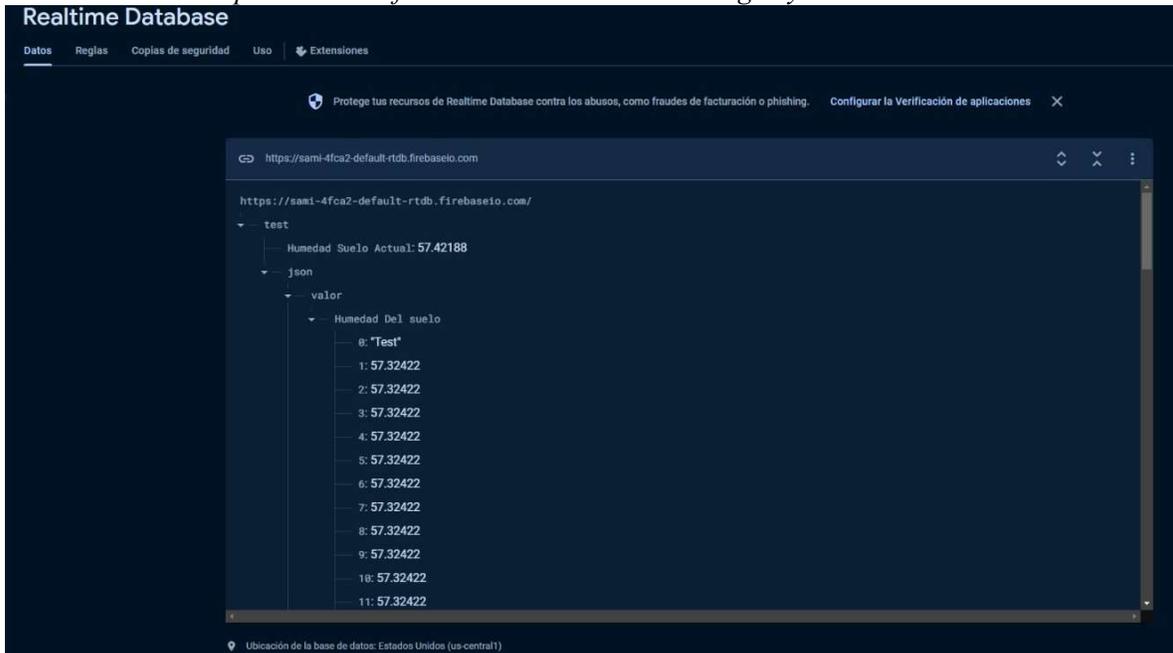
El dispositivo de control (bomba de agua) es de corriente alterna, se realizó una configuración electrónica con un optoacoplador para que pudiera encenderse directamente con la placa de desarrollo, mandándole una señal digital y así ésta se encienda cuando se cumpla con las condiciones del porcentaje de humedad.

Etapa 3. Recolección de datos en tiempo real

Para almacenar información en una base de datos existen diversas opciones, desde plataformas gratuitas a plataformas de pago. Para el desarrollo de este proyecto y poder visualizar y monitorear la información, se desarrolló la base de datos en Google Firebase, en ella se visualizan y almacenan los datos que el sensor proporciona en tiempo real para ser mostradas en la pantalla del equipo de cómputo y/o el teléfono inteligente que cuente con internet.

Figura 7

Recopilación de información con la bamba de agua y sensor activados

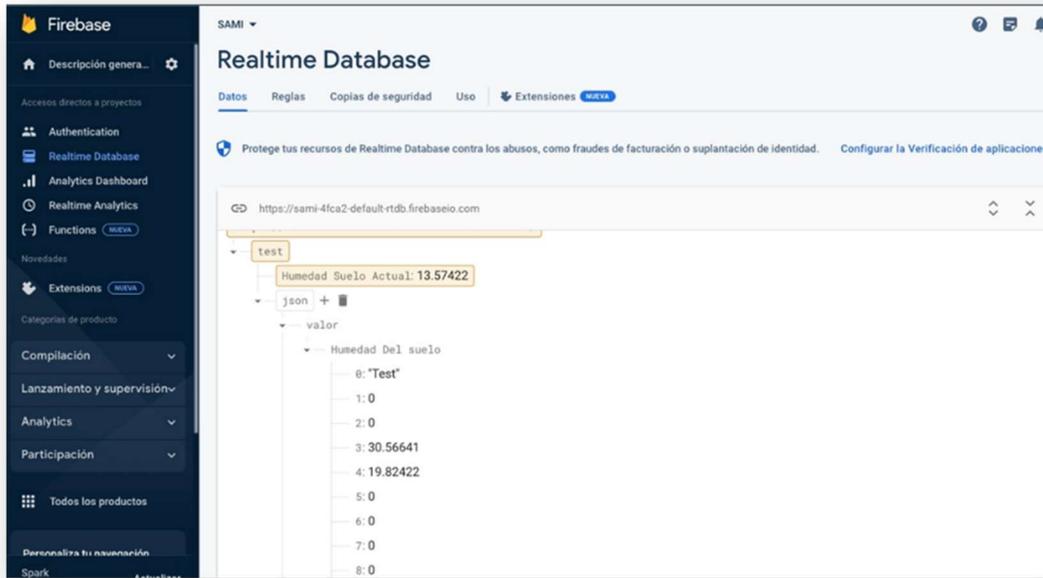


Fuente: Propia.

La plataforma de Google Firebase, se destaca por mostrar base de datos en tiempo real; además de contener diversas funciones para que cualquier desarrollador pueda combinar y adaptar la plataforma a medida de sus necesidades y aunque no hubiera conexión por parte de un usuario, sus datos estarían disponibles para el resto y los cambios realizados se sincronizarían una vez restablecida la conexión (Mora, 2020).

Figura 8

Base de datos en Google Firebase, donde almacena los datos que recibe a través del módulo wifi.



Nota: Lo destacable de la figura 8 es como la base registra la información en Google Firebase, en este caso se usaron como prueba 3 tipos de suelos secos para corroborar hasta que porcentaje detecta. Para este punto las pruebas realizadas han sido suficientes para confirmar su funcionalidad. Fuente: Google Firebase, 2023.

Figura 9

Gráfica de resultados de una prueba realizada con el dispositivo y el sensor



Nota: En la presente gráfica se muestra cómo el sensor detectó un porcentaje superior a 80% a las 9:00 am, el cual en un periodo de tiempo fue disminuyendo, hasta llegar por debajo del 20%, por lo cual la bomba se activó y se detuvo hasta detectar un 68.23%.

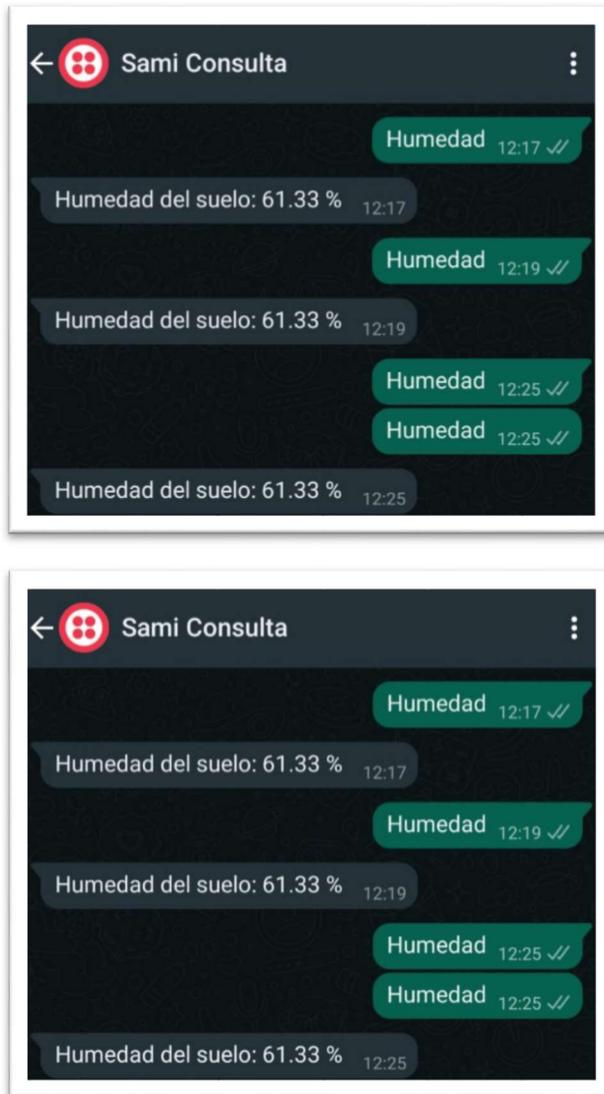
Fuente: Propia.

Bot de WhatsApp

Aparte de la base de datos, se realizó un bot de WhatsApp, en caso de que el usuario no desea entrar a Firebase, puede consultar desde su celular el dato actual de la humedad del suelo donde esté su planta, y este es igual al último registro que recibió la base de datos.

Figura 10

Bot de WhatsApp para consultar la información de la base de datos Firebase



Nota: Cuando se desea consultar el porcentaje de humedad en WhatsApp, debe de escribir en el bot “humedad” para obtener la información en tiempo real. Fuente: Propia.

Discusión

En la Interpretación de resultados se ha podido apreciar la gran dimensión que ha estado

abarcado y abarcará en un futuro la internet de las cosas, donde se estima que tendrá un gran impacto tanto en términos de IO de consumo como de IO industrial, ya que se debe a que principalmente ofrece a los consumidores y a los sectores industriales en relación con la información; la automatización; la comodidad; una mayor eficiencia operativa; el ahorro de costos; la toma de decisiones centrada en la información y mucho más (Perrin, 2021).

Por otro lado, la investigación también concluyó la existente problemática de plantas secas en los hogares, especialmente por falta de tiempo para cuidarlas, lo cual abre la gran posibilidad a este proyecto de estar en mercado, al ahorrar tiempo y preocupación de perder una planta en su casa. Agregando a lo anterior, las personas no dejarán de comprar plantas destinadas a sus hogares ya que desde 2021, la tendencia de decorar o tener un espacio verde en los patios ha incrementado considerablemente después de estar en confinamiento, datos que corrobora Federico Martínez, presidente nacional del Consejo Mexicano de la Flor (Valladolid, 2022).

Luego de poner a prueba a nuestro prototipo en distintos tipos de suelos y con diferentes tipos de plantas, podemos deducir que el sensor nos daba resultados de un 90% de certeza en las lecturas. Aunque se logró el principal objetivo de recopilar la información que proporciona un sensor en una base de datos al igual que se muestre en WhatsApp, nuestro prototipo aún tiene limitaciones, de los cuales el principal son recursos económicos, ya que para investigar y poder desarrollarlo de mejor manera se necesitan conseguir módulos y sensores que tengan un mayor alcance. La segunda limitante es el tiempo, con la construcción de nuestra primera muestra tuvimos un periodo muy corto de desarrollo, por lo cual de haber tenido más tiempo ser habría podido mejorar.

A pesar de esto, nuestro objetivo es seguir mejorando nuestro proyecto debido a las amplias oportunidades donde se puede implementar. Se puede realizar a una mayor escala aplicándolo al sector agrícola o invernaderos, en donde estos dispositivos estén unidos a un sistema de riego; este sistema será muy conveniente para el productor al identificar desde su dispositivo el estado de sus plantas e identificar si es necesario regarlas.

CONCLUSIÓN

Sin duda alguna el futuro es prometedor para los objetos que se conectan a internet, siendo una tecnología de bajo costo, hace posible que se desarrollen nuevos proyectos que resuelvan alguna problemática que existente en diversas áreas, al igual que permitan el crecimiento económico de un Estado o país, como puede ser en México impulsando el desarrollo de nuevas tecnologías, y darle nuevas herramientas a la población que puedan usar en algo que hacen y cuidan cotidianamente.

En esta primera fase se ha logrado el objetivo de desarrollar un prototipo de recolección de datos a través de un sensor de humedad para monitorear en tiempo real el porcentaje de humedad del suelo en el que se encuentren las plantas y que esa información se envíe a la nube, así las personas podrán consultar su estado en tiempo real en cualquier dispositivo móvil conectado a internet, en el lugar donde estén y sin la necesidad de ir hasta donde se encuentre el sensor, además de poder hacer esa consulta de una forma más rápida y sencilla.

En resumen, con lo escrito anteriormente y para concluir, la razón del desarrollo de nuestro dispositivo es para darle a la gente un dispositivo que les ayude al cuidado de sus plantas y que sea a un precio accesible.

REFERENCIAS

- Cardona, M. P. (2016, octubre 14). *IEBS*. Retrieved from <https://www.iebschool.com/blog/firebase-que-es-para-que-sirve-la-plataforma-desarrolladores-google-seo-sem/>
- Corrales, J. A. (2019, Agosto 19). Retrieved from rockcontent: <https://rockcontent.com/es/blog/interfaz-de-usuario/>
- Fernandez, J. M. (2022, Enero 10). *OpenWebinars*. Retrieved from <https://openwebinars.net/blog/iot-tecnologias-aplicaciones-estado-actual-y-futuro/#Ejemplos%20Del%20Uso%20Del%20IoT%20en%20La%20Actualidad>
- Hernández, G. (2022, Septiembre 19). *El Economista*. Retrieved from <https://www.eleconomista.com.mx/capitalhumano/Mas-de-8-millones-de-personas-trabajan-mas-de-56-horas-a-la-semana-en-Mexico-20220914-0113.html>
- INEGI, 2023. *Demografía y Sociedad* <https://www.inegi.org.mx/temas/ticshogares/>
- Manchego, P. (n.d.). Retrieved from SG: <https://sg.com.mx/autores-sg/paul-manchego>
- Mexico, p. e. (n.d.). Retrieved from población en mexico: <https://poblacion.com.mx/san-luis-potosi/ciudad-valles-informacion-del-municipio-san-luis-potosi/#:~:text=Viviendas%20en%20Ciudad%20Valles%2C%20San%20Luis%20Potos%C3%AD%20Viviendas,65%2C309%20M%C3%A1s%20municipios%20en%20San%20Luis%20Potos%C3%AD%2C%20M%C3>
- MKT, S. (2021, septiembre 2). Retrieved from SENSORGO: <https://sensorgo.mx/monitoreo-de-humedad/>
- Mora, S. L. (2020, Mayo 17). Retrieved from DIGITAL55: <https://digital55.com/blog/que-es-firebase-funcionalidades-ventajas-conclusiones/>
- Oracle. (n.d.). *Oracle*. Retrieved from Oracle México: <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>
- Perrin, A. (2021, febrero 8). *Telecoms*. Retrieved from <https://telecoms.adaptit.tech/es/blog/the-future-of-internet-of-things/>
- Valladolid, M. (2022, Mayo 19). *Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com.mx/comprar-alimentos-y-plantas-en-maceta-la-ley-en-mexico-que-se-acentuo-durante-la-pandemia/>
- VictorD3D. (2020, mayo 26). Retrieved from Conocimiento libre: <https://conocimientolibre.mx/sensores-iot/#:~:text=Las%20entradas%20pueden%20provenir%20de%20distintas%20fuentes%20como,con%20otros%20dispositivos%20y%20sistemas%20de%20administraci%C3%B3n%20conectados.>

Análisis documental de los indicadores socioeconómicos que impactan el desarrollo educativo de un estado.

Documentary analysis of the socioeconomic indicators that impact the educational development of a state.

Recibido: 30-octubre del 2023

Aceptado: 01 de diciembre del 2023

Azucena de los Ángeles Gutiérrez Reyes

Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Valles.

<https://orcid.org/0009-0006-6981-4733>

azucena.gutierrez@tecvalles.mx

Belem Meza Arteaga

Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Valles.

<https://orcid.org/0009-0005-1285-4251>

Héctor Aguilar Ponce

Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Valles.

<https://orcid.org/0009-0006-8997-219X>

Desiderio Leines Medina

Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Valles.

<https://orcid.org/0009-0003-9954-9617>

RESUMEN

El presente artículo presenta un análisis documental sobre los indicadores socioeconómicos con impacto en la educación, con el objetivo principal de identificar, analizar y sistematizar la información respecto a la medición de parámetros que contribuyen al desarrollo de un estado, para que en futuras etapas de la investigación se tenga la base para las nuevas propuestas y desarrollo de políticas públicas en educación. Por lo anterior, se trabajó en un estudio cualitativo para analizar y clasificar la información contenida en documentos en base de datos científicas y revistas indexadas que hablan sobre el tema de indicadores socioeconómicos en educación, con el enfoque de un registro documental. Como resultado se obtuvieron cuatro categorías de análisis: conceptualización y elementos de un indicador, desarrollo histórico de los indicadores y su clasificación, referencia de indicadores que contribuyen al análisis de la educación a nivel nacional e internacional y por último los programas y acciones para la implementación de indicadores que contribuyen al análisis de la educación en el estado de San Luis Potosí.

Palabras clave: Indicadores, Educación, Análisis, Indicadores socioeconómicos, San Luis Potosí.

Abstract

This article presents a documentary analysis on the socioeconomic indicators with an impact on education, with the main objective of identifying, analyzing and systematizing the information regarding the measurement of parameters that contribute to the development of a state, so that in future stages of the Research provides the basis for new proposals and development of public policies in education. Therefore, we worked on a qualitative study to analyze and classify the information contained in documents in scientific databases and indexed journals that talk about the topic of socioeconomic indicators in education, with the approach of a documentary record. As a result, four categories of analysis were obtained: conceptualization and elements of an indicator, historical development of the indicators and their classification, reference of indicators that contribute to the analysis of education at a national and international level and finally the programs and actions for implementation. of indicators that contribute to the analysis of education in the state of San Luis Potosí

Keywords: Indicators, Education, Analysis, Socioeconomic indicators, San Luis Potosí.

INTRODUCCIÓN

La educación, es considerada como una inversión a largo plazo que ayuda al desarrollo y aceleramiento económico del estado, por lo tanto, es importante y necesario brindar herramientas a los jóvenes, así como un plan adecuado de seguimiento a su educación y desarrollo, que contribuirá al crecimiento de su entorno (Garrido & González, 2022). De

acuerdo a Narro et al. (2012), para la especificación del desarrollo socioeconómico de un país, es importante determinar el promedio del nivel educativo de la población, ya que impacta notablemente en el crecimiento, progreso social, y el aumento del nivel intelectual de la nación.

En política económica, el Producto Interno Bruto (PIB) es el indicador que muestra el crecimiento e impacta en la ocupación laboral, la calidad de vida, la innovación tecnológica y la inversión educativa como el cierre de un círculo virtuoso: educación-desarrollo económico (Castañeda, 2016). En este sentido, la inversión educativa a nivel global fluctúa entre el 2 y el 12.8% del PIB, en México es del 5%. Estadísticamente se ha demostrado que existe una relación entre el número de estudiantes por entidad federativa y el PIB, de igual forma, el incremento de alumnos se relaciona con dicho indicador económico (Isabel et al., 2018). La limitación de presupuesto para la educación superior contribuye al rezago educativo, incentivando la deserción escolar, debido a la falta de apoyo a los estudiantes con situación vulnerable, lo cual en su vida laboral se traducirá en precariedad en las condiciones de trabajo, obteniendo una baja remuneración, y un bajo impacto en la calidad de vida (Garrido & González, 2022).

Por consiguiente, es necesario analizar los indicadores socioeconómicos que impactan al avance o rezago del sistema educativo, por lo que es importante definir qué se entiende por indicador. Un indicador es denominado todo aquel objeto de estudio que presenta variables que permiten la medición del estatus o cambio, admite detallar e indicar cuantitativamente, presenta una medida específica, explícita y objetivamente verificable de los cambios o resultados de una actividad o necesidad (Jaeger, 1978; Morduchowicz, 2006). Los indicadores educativos, en conjunto con los indicadores sociales, tiene un gran impacto en el proceso de globalización para la determinación del bienestar de la población es por ello que existe la preocupación a nivel nacional y mundial de organismos para la creación e implementación de sistemas de control como indicadores que evalúen el nivel educativo, dicho instrumento es importante que sean creados por responsables del sistema educativo (Delgado, 2002; Olivera, 1997).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio, es identificar, analizar y sintetizar información en torno a los indicadores que impactan el desarrollo educativo en un Estado, para que en futuras etapas de la investigación se tenga la base para el desarrollo y propuestas de políticas educativas en beneficio del Estado. En este sentido, se presenta un análisis documental de los resultados sobre los principales indicadores de educación que impactan o contribuyen al desarrollo económico de un Estado; para lo cual se determinaron las siguientes etapas de categoría de análisis, 1. Conceptualización y elementos de un indicador, 2. Desarrollo histórico de los indicadores y su clasificación, 3. Referencia de indicadores que contribuyen al análisis de la educación a nivel mundial e internacional 4. Programas y acciones para la implementación de indicadores que contribuyan al análisis de la educación en el Estado de San Luis Potosí.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

El presente estudio presenta un enfoque cualitativo, porque utiliza información recolectada para comprender fenómenos subjetivos del contexto real y mediante análisis, determina las preguntas más significativas para la investigación o revela nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Hernández-Sampieri et al., 2014). De forma específica, se emplea la técnica de análisis conocida como análisis documental, la cual según Morales (2015) es un procedimiento científico que cumple con las características de un proceso sistemático el cual investiga, recolecta, sistematiza, analiza e interpreta la información de un tema en particular, donde a través de un registro documental como lo menciona Martínez-Corona y Palacios-Almón, (2019), consiste en buscar citas textuales y no textuales de diversas fuentes, para posteriormente realizar el análisis, críticas, comparaciones, contrastes en ideas, conceptos y metodología.

Por ello, se comienza determinando cuatro categorías de análisis, 1. Conceptualización y elementos de un indicador, 2. Desarrollo histórico de los indicadores y su clasificación, 3. Referencia de indicadores que contribuyen al análisis de la educación a nivel mundial e internacional, 4. Programas y acciones para la implementación de indicadores que contribuyan al análisis de la educación en el estado de San Luis Potosí, estableciendo una pregunta central por categoría de análisis, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Análisis de las categorías del tema de estudio

No.	Categorías	Pregunta central
1	Conceptualización y elementos de un indicador.	¿Qué es un indicador y cuáles son los principales elementos que lo constituyen?
2	Desarrollo histórico de los indicadores y su clasificación.	¿Cuál ha sido la evolución y clasificación de los indicadores?
3	Referencia de indicadores que contribuyen al análisis de la educación a nivel nacional e internacional.	¿Cuáles son los indicadores que contribuyen al análisis de la educación a nivel nacional como internacional?
4	Programas y acciones presentan la implementación de los indicadores que contribuyen al análisis de la educación en el estado de San Luis Potosí.	¿Qué programas y acciones aborda la implementación de los indicadores en educación en el estado de San Luis Potosí?

Nota: En la presente tabla se muestran las 4 categorías del tema de estudio de los indicadores socioeconómicos en el desarrollo de la educación. Fuente: Propia.

Procedimiento metodológico y criterio de selección de documentos

El procedimiento metodológico implementado fue el propuesto por Martínez-Corona y Palacios-Almón, (2019), a través de un registro documental estructurado, donde particularmente, se realizaron búsquedas en bases de datos científicas, con la referencia de las siguientes palabras clave: “indicadores”, “indicadores educativos”, “educación en San Luis Potosí”, “análisis mediante indicadores”. Posteriormente los documentos a analizar se eligieron mediante los siguientes criterios: a) Que la información obtenida de la fuente sea de programas, organizaciones, instituciones gubernamentales, nacionales e internacionales. b) Artículos científicos indexados, libros y capítulos de libros entre los años 2016 y 2023, sin embargo, por la relevancia del estudio podría ampliarse este rango de las siguientes bases

de datos. c) Información publicada entre 2016 y 2023. d) La información aborda una o varias variables de estudio de las categorías expuestas, e) Que el enfoque de la información presente características de investigación cualitativa y cuantitativa de acuerdo a lo establecido por Posada (2017).

Documentos analizados

Mediante la técnica antes descrita se logró localizar 45 documentos específicos, de los cuales se logró revisar rigurosamente 37 documentos, mismos que fueron clasificados según su relación directa con el tema o con la contextualización del mismo, así como si eran de origen latinoamericano o de otras regiones. En la siguiente tabla se presenta el concentrado de los documentos analizados para la presente investigación.

Tabla 2.

Concentrado de los documentos analizados

Documento	Relacionados con el tema	Contextualización o complementario	Latinoamericanos	De otras regiones
Artículos teóricos	12	6	8	10
Estudios empíricos	6	1	6	1
Libros	1	-	1	-
Manuales	7	-	5	2
Informes	4	-	3	1
Total	30	7	23	14

Nota: Número de documentos consultados de acuerdo a variables de consulta. Fuente: Propia.

Cabe mencionar que de los documentos analizados, se eligieron 23 fuentes de consulta específicas que se consideran de gran relevancia para la investigación, mismas que se obtuvieron de diversas bases de datos como Google Académico, Scielo, Dialnet, Redalyc, entre otros que dan mayor sustento al análisis documental, mismos que se describen a continuación.

Tabla 3.

Documentos seleccionados para el análisis documental

Tipo de Documento	Temas	Lugar	Referencia
Artículo teórico en revista indexada	-Educación -Desarrollo económico -Educación Superior -Rezago educativo	México	(Garrido & González,2022)
Plan para desarrollar el Sistema Educativo Nacional	-Desarrollo Socioeconómico -Nivel educativo -Progreso social	México	(Narro et al.,2012)
Artículo teórico en revista indexada	-Política económica -PIB -Desarrollo histórico -Análisis de la educación -Elementos de un indicador	México	(Martínez-Corona y Palacios-Almón, 2019)
Artículo teórico en revista indexada	-Inversión educativa -Indicador económico -PIB	México	(Medrano et al., 2018)

Artículo teórico en revista indexada	-Indicadores socioeconómicos -Rezago educativo -Indicador -Indicadores cuantitativos -Datos cuantitativos	Argentina	(Morduchowicz, 2006)
Artículo teórico en revista indexada	-Indicadores sociales -Sistemas de control -Nivel educativo -Sistema educativo	Madrid	(Olivera, 1997)
Artículo teórico en revista indexada	-Concepto de indicador -Observación empírica	México	(Rodríguez, 2000)
Libro	-Indicador empírico. -Proceso de Vinculación -Fenómenos Sociales -Medición	México	(Hernández-Sampieri et al., 2004)
Artículo teórico en revista indexada	-Indicadores educativo -Juicios de valor -Pertinencia política -Medidas estadísticas	México	(Ogawa y Collom, 2005)
Publicación de las Naciones Unidas	-Desarrollo Sostenible -Educación inclusiva -Equitativa -Indicadores globales	América Latina	(Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018)
Documento oficial-Programa sectorial	-Entorno de bienestar -Educación de calidad -Bienestar del pueblo -Parámetros de medición	México	(Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 [PND], 2019)
Página Web-INEGI	-Indicadores sociodemográficos -Sección de demografía -Sociedad -Educación	México	(INEGI, 2023)
Publicación del Banco Mundial	-Derecho Humano -Impulso al desarrollo -Combatir pobreza -Igualdad e Inclusión	México	(Banco Mundial, 2022)
Artículo teórico en revista indexada	-Indicadores económicos -Desarrollo Económico -Indicadores sociales	México	(Bauer, 1966)
Artículo teórico en revista indexada	-Indicadores económicos -Desarrollo económico	México	(Burnes y Mitchell, 1946)
Artículo teórico en revista indexada	-PIB -Ocupación laboral -Calidad de vida -Innovación Tecnológica -Inversión educativa	México	(Castañeda, 2016).
Documento oficial- Comité de Planeación Estatal	-Sistemas educativos -Desarrollo Integral -Abandono escolar -Reprobación -Eficiencia terminal -Indicadores sociales	México	(Comité de Planeación del Desarrollo Estatal, [COPLADE], 2021).
Artículo teórico en revista indexada	-Bienestar -Proceso de Globalización	México	(Delgado, 2002)
Artículo teórico en revista indexada	-Variables -Medida específica -Rezago educativo	México	(Jaeger, 1978)

Documento oficial- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura	-Desarrollo -Crisis de aprendizaje -Pobreza	México	(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2018)
Artículo teórico en revista indexada	-Variables -Investigación cualitativa -Investigación Cuantitativa	México	(Posada, 2017).
Documento oficial- Programa Sectorial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	-Variable -Dimensión de variable -Fenómenos sociales	Argentina	(Samaja, 1993).
Documento oficial- Secretaría de Educación Pública	-Educación de calidad -PIB -Perfil docente -Gasto federal -Formación docente	México	(Secretaría de Educación Pública, 2020).

Nota: Documentos seleccionados para el análisis documental. Fuente: Propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados obtenidos realizando el análisis documental del tema de Indicadores socioeconómicos que impactan en el desarrollo de la educación en el estado, por lo cual se estructura en 4 categorías que son las siguientes.

Categoría 1. Conceptualización y elementos de un indicador.

El término indicador muestra su significado en el momento de su uso, pues tienen una importante carga relacionada con el problema considerado y las unidades a partir de las cuales se predicen enunciados de diferente grado de divulgación. Con base en esta posición, se han discutido a fondo diferentes conceptos que varios teóricos utilizaron para definir un indicador.

A continuación, se presentan definiciones, que ayudan a discutir el concepto de indicador para ver el proceso de su formulación, los aspectos que deben ser considerados, así como su uso. Etimológicamente, un indicador es algo "que indica o señala"; es decir, para explicar algo específicamente, "para mostrar o significar algo por signos y señales" según la Real Academia de la Lengua Española, (2004).

El concepto de indicador no significa lo mismo para el enfoque tecnológico-analítico como para el metodológico-conceptual: para el primero, se trata de "datos obtenidos a través de la observación empírica, que se relacionan con el concepto"; para el segundo, son "equivalentes empíricos de la dimensión del concepto" (Rodríguez, 2000). Un indicador parece ser un dispositivo de medición y tiene grandes dificultades para garantizar que mida consistentemente lo que pretende medir.

Con la misma inquietud, Hernández-Sampieri et al., (2014) argumenta que es adecuado definir la medición como el proceso de la vinculación de nociones abstractas con indicadores empíricos, realizado a través de un esquema claro y establecido para clasificar y muchas veces medir los datos disponibles que el que investiga tiene en mente. Por su parte, García (1995) apoya la importancia de desarrollar indicadores en la investigación y está de acuerdo con los factores antes mencionados, vinculándolo al proceso de medición, viendo en él la información pertinente en forma conceptual precisa. Los medios para construir indicadores empiezan con la medición repetida de varios fenómenos sociales a lo largo del tiempo.

Un indicador se entiende como un tipo de dimensión de una variable para determinar cuál de sus valores corresponde a una determinada unidad de análisis. En cambio, por "dimensión de una variable" se refiere a un aspecto parcial de una variable que se obtiene como un conjunto de todas sus dimensiones, y cada una actúa como una variable con sus propios valores. El valor final de toda la variable es el resultado del grupo de valores de las dimensiones (Samaja, 1993). Por su parte, Ogawa y Collom (2005) subrayan que la definición de indicadores educativos tiene cinco componentes importantes: descripción, evaluación, seguimiento, juicios de valor y pertinencia política. Observando que estas consideraciones son mutuamente excluyentes y, estrictamente hablando, una conduce a la otra. Por ello, dichos autores mencionan que "son medidas estadísticas que describen aspectos importantes en la educación para monitorear y evaluar escuelas, programas y alumnos".

Por lo tanto, los indicadores y su selección no son medidas estadísticas neutras porque reflejan parte de la realidad social, la decisión de recopilar cierta información, la construcción o no utilización de determinados indicadores refleja la importancia política atribuida a determinados aspectos (Lozano, 2001). En este sentido, los indicadores proporcionan un resultado de un cambio o continuidad que ayuda a medir el desarrollo, progreso en relación con una meta específica, en una unidad determinada. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2018).

Ahora bien, es importante aclarar que a la hora de definir indicadores, se debe establecer en niveles paralelos los conceptos a considerar, así como la disponibilidad y suficiencia de los datos y la facilidad de procesamiento que facilite su uso. De igual forma tomar en cuenta los elementos básicos de un indicador, considerando que deben ser fáciles de medir, y que la mayoría de los temas educativos tienen algún aspecto mensurable, objetivo, estándar y mensurable en el tiempo. En otras palabras, se deben evitar los indicadores vagos e imprecisos, así como los componentes que dificultan la medición. Por último, se considera que un indicador debe tener datos cuantitativos correspondientes que lo vinculen directamente al problema en estudio (Morduchowicz, 2006).

Categoría 2. Desarrollo histórico de los indicadores y su clasificación.

La historia de los indicadores se remonta a finales de la década de 1930 e inicios de la década 1940, cuando el National Bureau of Economic Research (NBER) publicó el trabajo empírico de Burnes y Mitchell (1946), que incluye un listado de indicadores coincidentes, rezagados y adelantados del ciclo económico de Estados Unidos. Los indicadores económicos suelen ser realizados y transmitidos por las agencias de gobierno de los respectivos países, pero en ocasiones también son publicados por empresas privadas como SandP, Moody's, NBER, entre otras, que suelen dedicarse a la investigación estadística.

Un indicador económico es información estadística que se puede utilizar para analizar la situación y el funcionamiento de la economía tanto en el pasado como en la actualidad, y en algunos casos para predecir el desarrollo futuro de la economía. Cabe mencionar que ningún organismo oficial nacional o internacional ha dado una definición oficial de indicadores económicos, pero la definición de indicadores sociales dada por Bauer (1966) es fácil de extrapolar a indicadores económicos, pues sostiene que "los indicadores sociales son estadísticas, serie estadística o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde

estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto”.

Los indicadores se pueden clasificar de la siguiente manera según Morduchowicz (2006):

- a) Descriptivos: Cumplen la tarea de presentar el estado de situación en cada momento de la ejecución: el original, al final del período especificado durante el despliegue.
- b) Explicativas: Son aquellas que, además de describir la actividad, nos dan la posibilidad de abordarla e identificar los factores que determinan su situación.
- c) Simples: Son observables resultantes de la cuantificación de propiedades o atributos descriptivos.
- d) Realizadas o Construidas: Son funciones de más de una variable. Son generados por la aplicación de algún algoritmo, para conseguirlo, primero hay que pensar qué información es necesaria y con base en la información que tenemos sobre la intervención de diversas variables, recomendamos las relaciones matemáticas entre ellos.
- e) Sincrónicas: Son aquellas que se observan o calculan con el objetivo de investigar una situación o actividad en este momento en cirugía temporal estática.
- f) Diacrónicos: Consisten en indicadores que muestran la evolución del fenómeno. Cuando se presentan como observables, se denominan series históricas.

Morduchowicz (2006) menciona que un indicador no solo es un número, hay indicadores cuantitativos, cualitativos, directos e indirectos. Los cuantitativos son aquellos que se logran expresar en números, sin embargo, si hay opiniones interesantes, observaciones, comportamientos, se utilizan los cualitativos, los directos tienen una vinculación clara e inequívoco con lo que están tratando de medir, y los indirectos, son utilizados cuando el fenómeno no se puede medir directamente.

Categoría 3. Referencia de indicadores que contribuyen al análisis de la educación a nivel mundial y nacional.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible ayuda a evaluar el nivel de desarrollo de los países y a su vez mejorar los medios para lograr la visión para el Desarrollo Sostenible a través del análisis y formulación de nuevas estrategias, además establece una Educación de Calidad, que busca garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018).

De forma específica, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 4, Educación de Calidad, establece herramientas para medir el avance de dicho objetivo, que es la recolección de datos y metadatos a través de los indicadores globales de los ODS, en donde se establecen 10 metas, respecto a la terminación de la enseñanza primaria y secundaria, acceso a los servicios de atención y desarrollo en niños de primaria, aseguramiento al acceso igualitario abarcando el nivel técnico hasta nivel superior, aumento en competencias técnicas y profesionales en jóvenes y adultos, eliminación de la disparidad de género, aumento de alfabetización, aseguramiento de la adquisición de los conocimientos obtenidos en el aula, sea el adecuado entre teórico y práctico, instalaciones educativas dignas, aumento de becas

en países en desarrollo, aseguramiento de docentes calificados, desglosándose 11 indicadores referentes a niños, niñas y jóvenes, que han alcanzado un determinado nivel de competencia, tasa de acceso a la educación con un aprendizaje correspondiente a su edad, la formación de recursos humanos, información de jóvenes y adultos con acceso a las Tecnologías de la Información y Computación (TIC), índices de paridad, información de la población en un determinado grupo de edad sobre alfabetización, y competencias básicas, grado de avance en una educación de acceso para el desarrollo sostenible, igualdad en la ciudadanía mundial, número de escuelas con acceso a internet, electricidad, agua potable, infraestructuras básicas y dignas incluyendo el acceso a estudiantes con alguna discapacidad, desglose de becas por sector y tipo de nivel educativo, así como la proporción de preparación en formación pedagógica en profesores de educación (CEPAL, 2018).

Por su parte, en el año 2022 el Banco Mundial estableció que la educación es un derecho humano, el impulso al desarrollo y una herramienta eficaz para combatir la pobreza y el mejoramiento a la salud, además de buscar la igualdad de género. La educación genera importantes ingresos y rendimientos, y es el factor más importante para promover la igualdad e inclusión a nivel mundial. En este contexto, para determinar el nivel de crisis mundial del aprendizaje, en el 2019, el Banco Mundial y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) crearon un indicador para expresar la crisis del aprendizaje denominado el indicador de la pobreza de aprendizajes, en donde mide la proporción de niños de 10 años que presentan de limitación el poder leer, comprender un texto breve acorde a su edad (Banco Mundial, 2022).

A nivel nacional, durante el gobierno de la cuarta transformación, se plasma el Programa Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, en donde se determina la importancia de que los mexicanos y las mexicanas tengan derecho a una vida digna en un entorno de bienestar, por lo que se plantea 4 ejes centrales que son: 1. Política y Gobierno, 2 Política Social y 3. Economía, teniendo la línea principal para el bienestar del pueblo y una educación de calidad, plasmado en el eje 2 del PND 2019-2014, se formula el Programa Sectorial de Educación (PSE) 2020-2024 en donde se desarrollan las acciones del gobierno respecto a la educación de calidad que requiere el país, estableciendo 6 metas denominadas para el bienestar con 11 parámetros de medición (Secretaría de Educación Pública, 2020).

La meta para el bienestar del PSE 2020- 2024, Tasa bruta de escolarización, presenta el parámetro de medición que es atención educativa en nivel básico, además de la tasa bruta de escolarización en los primeros 4 deciles de ingreso. La meta eficiente en el Sistema Educativo Nacional presenta la medición del porcentaje de estudiantes que obtienen un nivel de dominio básico en la prueba PISA (Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes) además de los porcentuales de abandono escolar, con respecto a la Tasa de crecimiento de la matrícula de escuelas para la formación de docentes, se mide el personal educativo acreedor de una plaza o incentivo por el Sistema Docente, así como el porcentual de docentes con estudios de tipo superior, en la meta escuelas con acceso a servicios básicos en porcentaje, presenta dos parámetros, medición de equipamiento básico y el porcentaje de libros de texto completos para dar inicio al periodo escolar, con respecto al número de docentes en educación física ubicados en escuelas públicas de educación básica, se mide la tasa de estudiantes con acceso a una clase de educación física con el perfil adecuado del docente, por último con la meta del porcentual de la matrícula que cuenta con registro nominal, se mide el gasto federal en educación como el porcentual del PIB y el número de docentes,

directivos de nivel básico el cual su pago de nómina es a través del Fondo de Aportaciones para la Nómina Educativa y Gasto de Operación (Secretaría de Educación Pública, 2020).

Categoría 4. Programas y acciones para la implementación de indicadores que contribuyan al análisis de la educación en el estado de San Luis Potosí.

Según la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2021), obtener información sobre indicadores estatales ayuda a identificar las oportunidades de mejora de los sistemas educativos locales, además de dar a conocer públicamente el avance de la educación en su entidad. En este sentido, el Gobierno Estatal de San Luis Potosí 2021- 2027 establece en 4 ejes rectores los objetivos y estrategias para alcanzar el desarrollo integral de San Luis Potosí, Con respecto al eje 1, educación, en el Primer Informe de Gobierno 2022, se presentó una comparación de los resultados de indicadores educativos del ciclo escolar 2021-2022 con respecto al ciclo anterior, reportando los indicadores de abandono escolar, reprobación, eficiencia terminal en los niveles educativos de primaria, secundaria y media superior como unos de sus principales indicadores del estado en materia educativa (Comité de Planeación del Desarrollo Estatal, [COPLADE], 2021).

Por su parte, dentro de los indicadores estatales de mejora continua de la educación de San Luis Potosí, información del ciclo escolar 2018-2019, publicado en el año 2021, se concentra un análisis de información estadística de aproximadamente 48 indicadores, la cual ayuda a visualizar las oportunidades de mejora para el sistema educativo, los principales indicadores abarcan desde la demográfica de la entidad, población en edad escolar, estudiantes de tránsito, abandono y de egreso, estudiantes con necesidades educativas especiales, infraestructura educativa, resultados educativos del aprendizaje a nivel básico y media superior, lo cual ayudará a identificar las oportunidades para mejorar los sistemas educativos de la localidad.

De igual forma, el Programa Sectorial de Educación de San Luis Potosí, teniendo como base los resultados del diagnóstico del Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027, establece variables e indicadores en los cuatro objetivos y estrategias, así como el control del seguimiento y evaluación, ajustándose para el logro de las metas y acciones el contexto actual del estado, con la ejecución de 27 indicadores estratégicos y de gestión para la búsqueda de la eficiencia y eficacia de la asignación de los recursos del estado.

Para cerrar el análisis documental, se revisó en el portal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los indicadores sociodemográficos y económicos por área geográfica, en la sección de demografía y sociedad, educación, encontrando el reporte de 13 indicadores importantes para medir el alcance del impacto de la educación en el estado, en donde específica que durante el 2020, en San Luis Potosí el 94.8% pertenece a personas de 15 años y más alfabetas, y el 33.8% de la población de 15 años y más con rezago educativo durante el 2017, así mismo se observó que 213,613 personas de 24 años y más posee algún grado aprobado en estudios superiores, durante el 2010 (INEGI, 2023).

Después del análisis de cada categoría propuesta se realizó un concentrado de indicadores donde se encontraron un total de 206 indicadores, de los cuales el 31% (63 indicadores) fueron identificados en fuentes internacionales, el 57% (118 indicadores) de fuentes nacionales y solo el 12% (25 indicadores) en el ámbito local del estado de San Luis Potosí como se muestra en la siguiente tabla. Cabe destacar que de forma numérica se encontró un mayor número de indicadores que impactan el desarrollo educativo de un estado a nivel

nacional, no obstante, se pudo apreciar que a nivel estatal es menor el porcentaje total de indicadores al respecto.

Tabla 4.

Concentrado de indicadores socioeconómicos que impactan el desarrollo educativo.

Indicadores por rubro	Nivel			Suma
	Estatal	Mundial	Nacional	
Abandono escolar	2		1	3
Alfabetismo	1		9	10
Analfabetismo	1		10	11
Apoyo estudiantil	1	1	1	3
Apoyo parental	2		1	3
Comunidad escolar			3	3
Desarrollo económico		18		18
Desarrollo sostenible		2		2
Educación especial	1		3	4
Educación física			3	3
Educación inclusiva	1	3		4
Educación por competencias		6		6
Educación sexual		2		2
Eficiencia terminal	2		2	4
Evaluación docente	2		1	3
Evaluación estudiantil	1		4	5
Formación docente	1			1
Gasto operativo			1	1
Hablante de lengua indígena			5	5
Igualdad de género		6	4	10
Infraestructura educativa	2		2	4
Infraestructura inclusiva			1	1
Infraestructura y servicios		7		7
Malnutrición		2		2
Matrícula	4		30	34
Número de escuelas	2		1	3
Personal directivo			4	4
Personal docente	1	3	10	14
PIB		5	1	6
Población			3	3
Pobreza		5	7	12
Reprobación	1			1
Rezago educativo			1	1
Seguridad alimentaria			10	10
Violencia		3		3
Total	25	63	118	206

Nota: Indicadores estatales, nacionales y mundiales que impactan en el desarrollo educativo.

Fuente: Propia.

Ahora bien, es importante resaltar de forma estadística el conteo general de indicadores por tipo de rubro que existen, a manera de reflexionar y tomar decisiones sobre el impacto que tiene o que pudieran tener. En este sentido, en la siguiente tabla se muestra un concentrado de indicadores por rubro seleccionados, que se agrupan según su frecuencia de ocurrencia en la investigación y que permite tener una idea del nivel de prioridad que guardan con respecto a los demás indicadores asociados al impacto en el desarrollo educativo de un estado.

Tabla 5.

Estadística de los principales indicadores que impactan el desarrollo educativo de un estado.

Indicadores por rubro	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Porcentaje
Matrícula	34	0,165	16,5%
Desarrollo económico	18	0,087	8,7%
Personal docente	14	0,068	6,8%
Pobreza	12	0,058	5,8%
Analfabetismo	11	0,053	5,3%
Alfabetismo	10	0,049	4,9%
Igualdad de género	10	0,049	4,9%
Seguridad alimentaria	10	0,049	4,9%
Infraestructura y servicios	7	0,034	3,4%
Educación por competencias	6	0,029	2,9%
PIB	6	0,029	2,9%
Evaluación estudiantil	5	0,024	2,4%
Hablante de lengua indígena	5	0,024	2,4%
Educación especial	4	0,019	1,9%
Educación inclusiva	4	0,019	1,9%
Eficiencia terminal	4	0,019	1,9%
Infraestructura educativa	4	0,019	1,9%
Personal directivo	4	0,019	1,9%
Abandono escolar	3	0,015	1,5%
Apoyo estudiantil	3	0,015	1,5%
Apoyo parental	3	0,015	1,5%
Comunidad escolar	3	0,015	1,5%
Educación física	3	0,015	1,5%
Evaluación docente	3	0,015	1,5%
Número de escuelas	3	0,015	1,5%
Población	3	0,015	1,5%
Violencia	3	0,015	1,5%
Desarrollo sostenible	2	0,010	1,0%
Educación sexual	2	0,010	1,0%
Malnutrición	2	0,010	1,0%
Formación docente	1	0,005	0,5%
Gasto operativo	1	0,005	0,5%
Infraestructura inclusiva	1	0,005	0,5%
Reprobación	1	0,005	0,5%
Rezago educativo	1	0,005	0,5%
Total	206	1,000	100%

En la tabla anterior se puede apreciar el porcentaje de coincidencia entre los principales indicadores que se asocian al desarrollo educativo de un estado, de forma específica, resalta que el indicador con mayor prevalencia tanto a nivel local, nacional e internacional es el de matrícula con un 16.5% que equivale a 34 indicadores, seguido por indicadores relacionados al desarrollo económico con 8.7% (18 indicadores) y sobre el personal docente con 6.8% (14 indicadores). No obstante, es relevante mencionar que existen ocho rubros de indicadores que se encuentran con el menor porcentaje de participación, entre ellos se encuentran con solo el 1% de coincidencia, los indicadores relacionados con el desarrollo sustentable, la educación sexual y la malnutrición, y con el 0.5% es decir un solo indicador encontrado, los

indicadores que pertenecen al rubro de la formación docente, gasto operativo escolar, infraestructura inclusiva, reprobación y rezago educativo.

CONCLUSIONES

Después del análisis realizado, se aprecia los diversos rubros de indicadores que se asocian al desarrollo educativo de un estado o país, con esta caracterización de indicadores se puede valorar en qué elemento se está poniendo mayor énfasis gubernamental, tomando en cuenta que los indicadores son instrumentos que permiten medir el desarrollo socioeconómico de una entidad, por ello su importancia en términos educativos. Ahora bien, con este análisis se pudo conocer qué indicadores tienen mayor presencia y coincidencia a nivel mundial, nacional y local, así mismo se revisaron otros de gran importancia dentro del ámbito educativo como el analfabetismo, la educación especial, educación inclusiva, la infraestructura educativa, la evaluación docente, la educación por competencias, el abandono escolar y la eficiencia terminal entre otros de gran importancia dentro del sector educativo.

Ahora bien, el análisis permite observar que hace falta poner atención en temas relacionados con el desarrollo sostenible, la malnutrición, la educación sexual, la formación docente, la reprobación, el rezago educativo y la infraestructura inclusiva; por esto es importante que se generen políticas públicas adecuadas que permitan darle mayor relevancia a estos indicadores para que en conjunto se atienda a toda la población y específicamente a los grupos más vulnerables. Con estas acciones se ayudará a contribuir a la mejora continua del sistema educativo a nivel local, nacional e internacional.

Por su parte, es importante resaltar que el tener un control de indicadores permite una oportunidad de mejora en el alcance de los objetivos y metas establecidas en cada proceso del planeación estatal y sectorial, donde al mantener actualizado el registro de indicadores estratégicos y de gestión en cada entidad estatal además de la integración de los informes de gobiernos tanto trimestral como anual, fortalece la mejora y/o ajustes en los programas operativos con base a desempeño y resultados.

Ahora bien, vale la pena destacar al PIB como indicador estratégico que relaciona la educación con el desarrollo económico, puesto que obtiene su impacto en la ocupación laboral, la inversión en el tema de educación, desarrollo e innovación tecnológica, además de que mide la calidad de vida que tiene la población. Asimismo, es importante recalcar que existe relación entre el número de estudiantes por entidad federativa y el PIB, lo cual indica que el incremento de estudiantes está relacionado con el PIB. Por último, es importante señalar que en el Programa Sectorial de Educación, la meta porcentual de la matrícula que cuenta con registro nominal, mide el gasto federal en educación como el porcentual del PIB.

En definitiva, se considera necesario realizar nuevas búsquedas y análisis de indicadores que midan el impacto, desarrollo, alcance, así como su eficiencia en el tema de educación, lo cual permite evaluar el contexto en el entorno a la enseñanza desde un nivel de educación básica hasta superior, aunado con el desarrollo económico de la región, es por ello que al analizar la información permitió caracterizar los factores antes mencionados, sin embargo existe la necesidad de indagar más en futuros estudios para la obtención de un análisis con un mayor número de variables, así como su actualización. Finalmente se recomienda estandarizar los indicadores que miden el impacto en la educación en el desarrollo de una nación ya que existen diversos parámetros tanto a nivel mundial, nacional y/o estatal, y en

algunos casos no coinciden o no existe una trazabilidad que permita su medición y comparación con otro sector de la población, tener esta información ayudaría para el establecimiento de nuevas políticas públicas así como una distribución de recursos económicos para un crecimiento y desarrollo equitativo en pro de la calidad educativa y del propio estado.

REFERENCIAS

- Banco Mundial. (2022). *Educación*. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/topic/education/overview#>
- Bauer, R. (1966). *Social Indicators*. Cambridge.
- Burns, A. F., & Mitchell, W. C. (2023). *Measuring Business Cycles*. <https://www.nber.org/books-and-chapters/measuring-business-cycles>
- Castañeda, D. (2016). *Presente y futuro del crecimiento económico de México*. Recuperado de: <https://economia.nexos.com.mx/?p=70>
- CEPAL. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL. In Publicación de las Naciones Unidas*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2021). *Indicadores Nacionales de la Mejora Continua de la Educación en México. Edición 2021: cifras del ciclo escolar 2019-2020. Principales hallazgos*.
- Comité de Planeación Estatal. (2021) *Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027*.
- Delgado Acosta M. *Los indicadores educativos. Estado de la cuestión y uso en geografía*. Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, Vol. VII, n° 354, 11 de marzo de 2002. <http://www.ub.es/geocrit/b3w-354.htm>
- Española, R. A. (15 de Junio de 2023). *Buscon Rae*. <http://buscon.rae.es/diccionario/drae.htm>
- Garrido, M., & González, M. (2022). *Evaluando la Política Educativa Básica: un impacto al ODS desde la reforma educativa para México*. *Alternancia*, 4(6), 66–80. www.revistaalternancia.org
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *México en cifras. Características educativas de la población en el estado de San Luis Potosí*. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=24#collapse-Indicadores>

- Isabel, M., Medrano, V., Varela, E. C., Carmela, L., & González, Z. (2018). *Impacto de la Educación Básica en el Producto Interno Bruto en México Impact of Basic Education on Gross Domestic Product in Mexico* Resumen Introducción Desarrollo. 7–15.
- Jaeger, R. (1978): "About educational indicators." En L.S. Shulman (Ed.) Review of Research in Education, 6.
- Martínez-Corona, J.I. y Palacios-Almón, G.E. (2019). *Análisis de la Gestión para Resultados en el Marco de la Sociedad del Conocimiento*. Revista Atenas, 3(47), 180 – 197.
- Morduchowicz, A. (2006). *Los indicadores educativos y las dimensiones que los integran*. IIPÉ – UNESCO, Buenos Aires, Argentina
- Narro Robles, J; Martuscelli Quintana, J y Barzana García, E. (2012) *Plan de diez años para desarrollar el Sistema Educativo Nacional*. [En línea]. México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM Recuperado de <http://www.planeducativonacional.unam.mx>
- Ogawa, R. y. (2005). *Educational indicators: what are they? How can schools districts use them? School of Education*. http://cerc.ucr.edu/publications/PDF_Transfer/School_Organization/so004_educational_indicators/so004_educational_indicators.PDF
- Olivera Poll, A. *Indicadores en Geografía Social*. Estudios Geográficos, Madrid, 1997, n° 229, p. 689-709.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2018). *Guía Abreviada de Indicadores de Educación para el ODS 4*. Instituto de Estadística de la UNESCO, 50. <http://www.uis.unesco.org>
- Posada González, N. L. (2017). *Algunas nociones y aplicaciones de la investigación documental denominada estado del arte*. Investigación Bibliotecológica, 31(73), 237-263. ISSN 2448-8321
- Rodríguez Jaume, M. (2000). *Modelos Sociodemográficos: Atlas Social de la Ciudad de Alicante*. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes: <http://www.cervantesvirtual.com>
- Samaja, J. (1993). *Epistemología y metodología*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba.
- Secretaría de Educación Pública. (2020). *Programa Sectorial de Educación 2020-2024: Programa Sectorial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Diario Oficial, 294–320. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/562380/Programa_Sectorial_de_Educacion_2020-2024.pdf https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=287441&pagina=1&seccion=0

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO (TecNM), CAMPUS CIUDAD VALLES



INFORMES:

Carretera al Ingenio Plan de Ayala Km.2
Col. Vista Hermosa, C.P. 79010
Cd. Valles, S.L.P.
Tel. 481 38 1 20 44