

# PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA UNDIMOTRIZ DE TIPO FLOTANTE

DESING PROPORSAL FOR FLOATING  
TYPE WAVE MOTOR SYSTEM

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**Ballinas, Alejandro** <sup>1</sup>

UVP Universidad del Valle de Puebla

im41624@uvp.edu.mx

ORCID: 0009-0002-7076-202X

**López, Sergio Raúl** <sup>2</sup>

UVP Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: 0000-0001-9762-8109

Recibido el 3 de junio de 2024. Aceptado el 7 de julio de 2024. Publicado el 31 de agosto de 2024.

### **Reseña de Autor <sup>1</sup>**

Estudiante de Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en la Universidad del Valle de Puebla, sus mayores áreas de desarrollo son la parte de diseño mecánico, neumática y electrónica. En el transcurso de su desarrollo se ha adquirido un extenso conocimiento, principalmente en los softwares de SolidWorks, FluidSim, y Proteus.

### **Reseña de Autor <sup>2</sup>**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México Campus Puebla, Maestro en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente, Doctor en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Posdoctor en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente.

### **Resumen**

En la presente investigación se abordan temas mecatrónicos basados principalmente en el área de diseño y en una menor medida las matemáticas implicadas, además del análisis de algunos tipos de materiales.

Se propone una alternativa de diseño en los dispositivos de energía undimotriz para los de tipo de módulos flotantes, este diseño se realizara en el software de SolidWorks, además el análisis del diseño propuesto se realizara en el software de Ansys todo esto se realiza para poder tener un dispositivo que sea más resistente a las adversidades de estar en la intemperie del océano, el mayor problema es la impredecibilidad del movimiento de las olas, lo que hace que los dispositivos planteados sean destruidos con mayor facilidad.

Los resultados obtenidos dan pie a mejorar el diseño propuesto, ya que tiene una deformación considerable para las fuerzas que se le propusieron, por la parte del tamaño y costos esta propuesta es muy rentable, se tendría que mejorar la parte de la estructura del diseño.

En conclusión, el diseño propuesto para aumentar la resistencia de energía undimotriz puede ser mejorado si se realiza una unión de puntos a las mismas estructuras, lo que da así mayor capacidad de absorber y distribuir las fuerzas, por su parte, al hacer esta modificación no tendría una deformación que afectara el funcionamiento del mismo dispositivo.

**Palabras clave:** Energía undimotriz, Diseño, Resistencia, Innovación, Ola.

## **Abstract**

In this research, mechatronic topics are addressed based mainly on the design area and to a lesser extent the mathematics involved, in addition to the analysis of some types of materials.

An alternative design is proposed in wave energy devices for those of the floating module type, this design will be carried out in SolidWorks software, in addition the analysis of the proposed design will be carried out in Ansys software, all this is done in order to have a device that is more resistant to the adversities of being in the elements of the ocean, the biggest problem being the unpredictability of the movement of the waves, thus making the proposed devices more easily destroyed.

The results obtained give rise to improving the proposed design since it has a considerable deformation for the forces that were proposed, due to the size and costs this proposal is very profitable, the structure part of the design would have to be improved.

In conclusion, the proposed design to increase the wave energy resistance can be improved if a connection of points is made to the same structures, thus giving greater capacity to absorb and distribute the forces, in turn, making this modification would not have a deformation that will affect the operation of the device itself.

**Keywords:** Wave energy, Desing, Resistance, Innovation, Wave.

## **Introducción**

La creciente demanda de energía a nivel mundial y con el agotamiento paulatino de las reservas y los efectos irreversibles causados por la combustión de los combustibles fósiles, como el efecto invernadero y la lluvia ácida, llevan a la ciencia cada día a buscar fuentes alternas de energía, que además sean limpias e inagotables. Una posibilidad poco explorada y con incipientes esfuerzos en la investigación sobre su aprovechamiento es la energía undimotriz, esto lleva al grupo a presentar el diseño de un prototipo para la transformación de esta energía en energía eléctrica.

Este tipo de tecnología tiene algunos problemas principales como la poca resistencia a los océanos a los que son expuestos, la poca eficiencia de estos mismos y el costo que implica realizarlos y mantenerlos en funcionamiento. Por lo tanto, se propone realizar un diseño para aumentar así su resistencia a las adversidades de los océanos.

La energía undimotriz basa su funcionamiento en los océanos, dependiendo el tipo de dispositivo transformador de energía será el cómo funciona y cómo hace la conversión de energía, en general todas se enfocan en el movimiento de las olas, a su vez este movimiento se transforma en energía eléctrica a través de un proceso interno.

Por todo lo anterior, se espera que para el desarrollo de este proyecto se pueda determinar que el diseño propuesto si mejora en una buena medida la resistencia de los dispositivos de energía undimotriz, para poder así disminuir los costos, y que por ende, sean más utilizados y viables.

## **Planteamiento del problema**

La mecatrónica en la actualidad engloba tanto la electrónica, mecánica, informática, sistemas de control y diseño (Bolton, 2017). La energía undimotriz es un tipo de energía la cual se obtiene por medio del movimiento de las olas, este movimiento hace mover un alternado el cual genera la energía eléctrica (Castro et al., 2023).

La energía undimotriz sufre un obstáculo muy grande para continuar con su desarrollo y al fin poder ser utilizado sin que haya tantas perdidas de ningún tipo, el obstáculo es la poca capacidad de resistencia de los materiales y del propio diseño de este tipo de energía.

Como la energía undimotriz se obtiene a través del movimiento de las olas del mar, estas a su vez pueden llegar a destruir los módulos que hacen la transformación de energía, lo que los deja inservibles y aumenta los costos generales, esto provoca que aún no sea del todo rentable el uso de energía undimotriz.

Lo más complicado de todo esto son las olas, estas no son predecibles, por lo tanto, es muy difícil hacer un diseño que soporte todos los posibles casos que se puedan presentar una vez en el mar. Además, que los materiales de igual manera se deben de mantener intactos y sellados para que no perjudique nada de los sistemas que tiene cada módulo dentro de sí, todo esto aumentan los costos de cada uno de los módulos.

Con estos inconvenientes, muchas empresas inversoras deciden cancelar los proyectos, ya que se necesita una mayor inversión. Por ende, cambiar los diseños

es lo más adecuado, para que ningún módulo de estos sea destruido con tanta facilidad y tenga un mantenimiento de fácil acceso a esto, se debe de tomar en cuenta los materiales para asegurar la supervivencia y que no le entre nada de agua, al hacerlo hermético y al asegurar el correcto funcionamiento de cada uno de los módulos.

A su vez esto beneficia a toda la población cercana a esta, ya que el costo de la energía sería menor al que actualmente se tiene por la energía a base de fósiles, el mayor beneficio viene en esta parte, al usar la energía undimotriz se dejaría de usar en gran medida la energía a base de fósiles y esto ayudaría al medio ambiente, porque la energía fósil es una de las menos eficientes a comparación de cuanto contaminan y no es renovable.

Una vez realizado el diseño se estará más cerca de comenzar a usar la energía undimotriz en nuestra vida diaria. Cabe mencionar que mientras se tenga una mayor cantidad de módulos dentro del mar, en funcionamiento y que puedan estar conectados entre sí, mayor será la capacidad de electricidad que podrá proporcionar a la ciudad. Al igual, las estaciones se tienen que hacer de un acceso más sencillo para dar el mantenimiento respectivo en un proyecto a futuro.

## **Revisión bibliográfica**

El término mecatrónica fue desarrollado en 1969 por un ingeniero de origen japonés, trata de la combinación de las palabras meca que hace alusión a los mecanismos y la palabra trónica que viene de la palabra electrónica. Ahora este término tiene un significado más amplio, la cual es concurrentemente desarrollada de la ingeniería mecánica con la electrónica y el control inteligente por computadora, en el diseño y manufactura de productos y procesos. Todo esto da como resultado poder realizar un rediseño y reprogramación de muchos sistemas (Bolton, 2017).

La energía undimotriz se trata de una obtención de energía eléctrica mediante la energía mecánica y cinética, la cual se logra transformar gracias a distintas técnicas y depende del tipo de dispositivo que se tenga (REPSOL, 2019).

Hay distintos tipos de olas que podemos encontrarnos en cada uno de los mares, al ser las olas aleatorias, los modelos teóricos y matemáticos para determinar su comportamiento suelen ser complejos. Por esto mismo se decidió clasificarse con relación si son estacionarias, transitorias o libres. Todas las ondas generadas naturalmente se encuentran en alguna de las mencionadas (Gutiérrez, 2016).

La mecatrónica se aplica en la energía undimotriz para el diseño y desarrollo de dispositivos que aprovechan la energía de las olas y las mareas para generar electricidad de manera sostenible. Algunas aplicaciones de la mecatrónica en la energía undimotriz son:

- **Diseño de sistemas de captura de energía:** La mecatrónica se utiliza para crear dispositivos como boyas flotantes con mecanismos de absorción de energía que convierten el movimiento de las olas en energía mecánica, para esto se tiene que hacer varios diseños con distintas características entre cada uno para poder seleccionar el mejor y el que más se adapte a las necesidades.
- **Conversión de la energía mecánica a la energía eléctrica:** Se necesita la creación de sistemas que convierten la energía mecánica generada por el movimiento de las olas en energía eléctrica a través de generadores eléctricos y sistemas de transmisión, para aplicar todo esto se necesita de conceptos relacionados con la mecatrónica.
- **Control y monitoreo:** Es esencial tener un control y monitoreo de cada uno de los sistemas de energía undimotriz. Esto implica el uso de sensores, sistemas de control automático y software para optimizar la eficiencia de la captura y conversión de energía. Además, se necesita de equipos de control muy precisos para no tener pérdidas de ningún tipo.

- **Mantenimiento y durabilidad:** Otro de los puntos a tener en cuenta es que se necesita garantizar la durabilidad y el mantenimiento eficiente de los dispositivos en entornos marinos hostiles, lo que implica la selección de materiales resistentes a la corrosión y la implementación de sistemas de inspección y reparación automatizados. Esto último se vuelve un reto mayúsculo, ya que es muy difícil hacer dispositivos que se den mantenimientos por sí solos (Correa, 2016).

Los absorbedores puntuales de energía undimotriz son dispositivos de pequeñas dimensiones en comparación a la longitud de onda de las olas donde actúan. Esto hace que sean susceptibles a cualquier movimiento, por lo que no es importante la dirección de la ola.

Consiste en una boya unida a un mástil mediante un sistema de cremallera y piñón. El mástil se encuentra fijo al suelo. El movimiento vertical de la boya acciona el sistema de cremallera que a su vez hace rotar el generador, al producir energía. Finalmente, para que la energía llegue a la costa es necesario el uso de cableado submarino (Gutiérrez, 2016).

## **Método y Metodología**

En la presente investigación se adopta por un diseño no experimental para la propuesta de diseño de un dispositivo de energía undimotriz de tipo flotante, ya que se enfoca en la realización de un diseño por lo que no se llegara a manipular variables en ningún momento. Esta propuesta permite la mejora de resistencia de los dispositivos undimotrices para que estos que no interfieran en gran medida el transcurso natural de los océanos en los que se planea su uso.

A partir de lo anterior se pueden tener estudios con carácter transversal o transeccional y longitudinal. En el estudio transversal, el investigador realiza



estudios con la misma variable y se realiza una sola vez. Derivado de ello, esta investigación tiene un carácter de este tipo.

Tradicionalmente, existen dos enfoques de investigación: el cualitativo y el cuantitativo, aunque algunos autores han propuesto un enfoque mixto que combina los dos anteriores. En esta investigación se opta por un enfoque mixto dado que se obtiene información tanto cuantitativa como cualitativa.

En el método empleado, se realizará una comparación de datos obtenidos con un cuadro comparativo en el cual se compararán distintas variables estas se obtuvieron en el paso a paso del desarrollo de la investigación. Se comienza por la obtención de información ya existente, se sigue con bocetos de la propuesta de diseño para así pasar al diseño preliminar, con esto se obtienen los cálculos matemáticos y se realizan las modificaciones y mejoras correspondientes en cuanto al diseño, se propone el diseño final y por último la simulación de los esfuerzos que soporta el diseño final.

Este instrumento proporciona una forma sistemática de analizar y contrastar las características clave de los diseños existentes y el diseño propuesto, lo que facilita la comparación sobre los dispositivos de energía undimotriz en cuanto a su resistencia se refiere.

## **Resultados**

En la Figura 1 se puede apreciar la propuesta desarrollada en el software de SolidWorks, la pieza está hecha del perfil cuadrado de aluminio con una medida de TS2x2x0.1875. Tiene un tamaño de 880.8mm x 880.8mm y una altura de 860mm. El diseño está basado en las estructuras tipo tridilosa.

Al analizar la Figura 2, se muestran los valores de esfuerzo equivalente que la estructura puede soportar, esta simulación está hecha con el software de Ansys,

está hecha con una fuerza de 1000N al centro de la estructura por ende ahí es en donde se concentra el mayor punto de esfuerzo, la carga de cada zona está marcada por colores que van de  $3.5901e6$  Pascales como valor máximo marcado de un color rojo y  $8.6136e-14$  Pascales como valor mínimo marcado con un color azul.

Como se puede observar la fuerza tiene una distribución buena y es la esperada por la barra horizontal, la cual es la que está en contacto directo con las fuerzas, esta prueba es aproximada, ya que los valores del oleaje del mar y la fuerza con la que impactan al dispositivo es variable.

En el caso la Figura 3 se determinó la deformación que tendría la estructura al someterse a una fuerza puntual de 1000N, al no tener elementos adyacentes a los costados la barra horizontal de la parte superior esta tiene una deformación bastante considerable la cual se puede apreciar a simple vista, el valor máximo de la deformación es  $3.2096e-5$  de color rojo hasta 0 que sería el valor mínimo expresado en el color azul.

Esta deformación haría que la estructura colapse completamente, ya que los puntos de uniones se deformarían y perdería así sus propiedades mecánicas para poder soportar las fuerzas siguientes a esta, recordemos que el mar está en constante movimiento por lo que en todo momento sería golpeado por las olas.

Con los datos anteriores se comprende la Tabla 1, los datos a considerar para la comparación son la resistencia, material, costo, tamaño y el amortiguamiento. En los diseños considerados se buscó que fueran de distintos materiales para así tener una noción más clara de la resistencia de los materiales a su vez, por cuestión de costos el diseño que se propuso para esta investigación es el más económico dentro de los demás, ya que se consideró de aluminio que es barato, es ligero y también tiene buenas propiedades físicas.

Para la parte del tamaño afecta a los costos de igual forma, pues se ocupará menos material y mano de obra para realizarlos, se buscó un tamaño promedio para asegurar la capacidad de absorción de energía, pero que no estuviera exageradamente grande, en la parte del amortiguamiento es la principal fuente de la cual se recibirá el impacto, por lo tanto, es bueno que en la parte de la construcción del dispositivo se consideren los elementos de amortiguación, en este caso es difícil tener un excelente amortiguamiento por el agua salada del mar, sin embargo, se considera un amortiguamiento moderado.

Por su parte, la resistencia es un conjunto de todas las anteriores, además, acá ya entra la parte del diseño porque con base en la forma de la estructura que tenga es la forma que absorbe las fuerzas, en este caso el diseño propuesto es la parte que más débil se pone, ya que no llega a soportar algunas fuerzas mayores a 1000N y se comienza a deformar por ende no es tan recomendable usarlo a menos que se hagan modificaciones.

## **Conclusiones y discusión**

Esta investigación se basó en la aplicación de los conocimientos que se obtienen en la ingeniería mecatrónica, como es la parte de diseño y análisis físicos, esto para ayudar a la población en general a poder utilizar un método de obtención de energía sustentable y buena con el medio ambiente. El desarrollo de este diseño se hace para innovar y mejorar la parte de la resistencia de los mismos, para así ser usados con mayor frecuencia y superar una limitante que tienen.

Los resultados obtenidos ayudan a determinar si el diseño propuesto fue lo suficientemente bueno para soportar las fuerzas que genera el océano pacífico, en este caso el diseño al no estar anclado a otros elementos estructurales no llegaron a ser lo suficientemente fuertes para soportar dichas fuerzas, esto haría que el sistema se deformara de manera considerable por ende no se cumple el objetivo

de hacer un diseño mejor a los anteriores, pero si se llegó a comparar entre los dispositivos ya existentes, estos son mejores por lo que ya llevan años estudiarlos.

De igual forma, se podría mejorar el diseño propuesto en esta investigación con un patrón mucho más grande de la estructura para que tenga una dispersión aún mayor de las fuerzas.

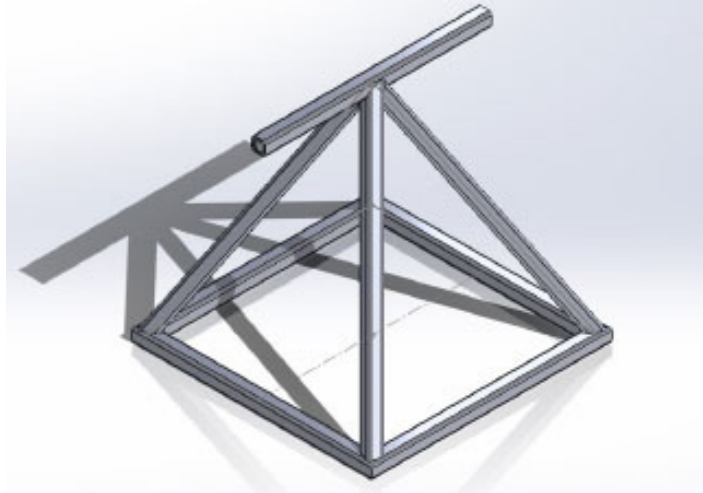
## Referencias

- Bolton, W. (2017). *MECATRÓNICA Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. Alfaomega. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=b6FxEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=mecatrónica&ots=tnDbpxVtz9&sig=5lbzT97jB9LYCGhzPAXN5f4XVzs#v=onepage&q=mecatrónica&f=false>
- Castro Pérez, J. (2023). *Recolección de energía undimotriz para mejorar el suministro de electricidad en las viviendas del distrito de Pachacutec-Ventanilla, Perú*. [Tesis Licenciatura, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Callao. <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7937/TESIS%20MAMANI-PEREZ-ZARATE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Correa Hernández, D. P. (2016). *Estudio del comportamiento de un mecanismo de boyas para obtener energía undimotriz* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio institucional de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/139881>
- Gutiérrez Fumero, J. (2016) *Aprovechamiento de la energía de las olas energía undimotriz*. [Trabajo de fin de curso, Universidad de La Laguna]. Universidad de la Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/2522/APROVECHAMIENTO%20DE%20LA%20ENERGIA%20DELAS%20OLAS%20-%20ENERGIA%20UNDIMOTRIZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- REPSOL. (2019). *Repsol Global*. <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/energia-undimotriz/index.cshhtml#:~:text=La%20energía%20undimotriz%20se%20compone,de%20energía%20renovable%20y%20limpia.>

## Anexos

### Figura 1

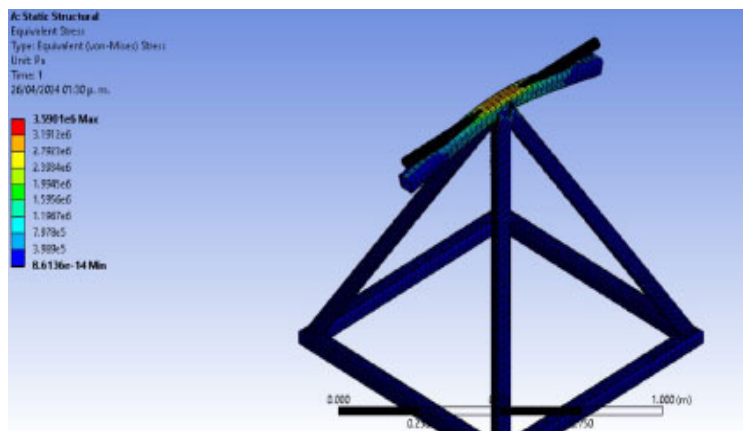
*Modelo base de la estructura que va alrededor de todo el sistema.*



**Nota.** Elaboración propia. Diseño basado en estructura tipo tridiosa, este es un módulo independiente del modelo final

### Figura 2

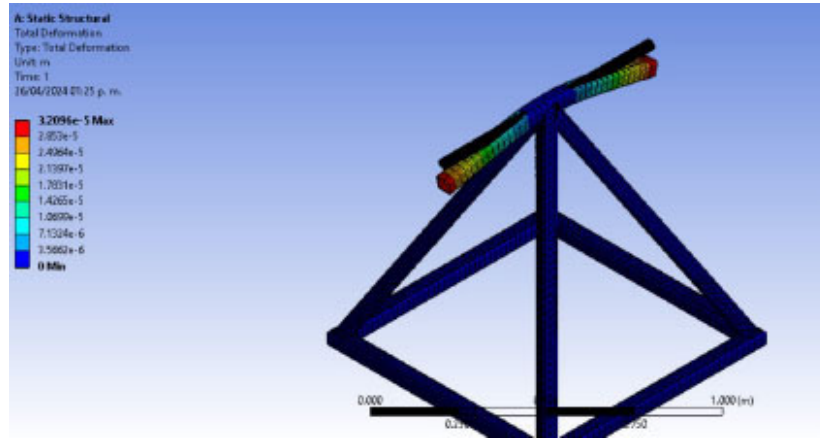
*Análisis de esfuerzos.*



**Nota.** Elaboración propia. Se representa las fuerzas que soporta cada uno de los puntos de la estructura y son sometidas a una fuerza puntual.

### Figura 3

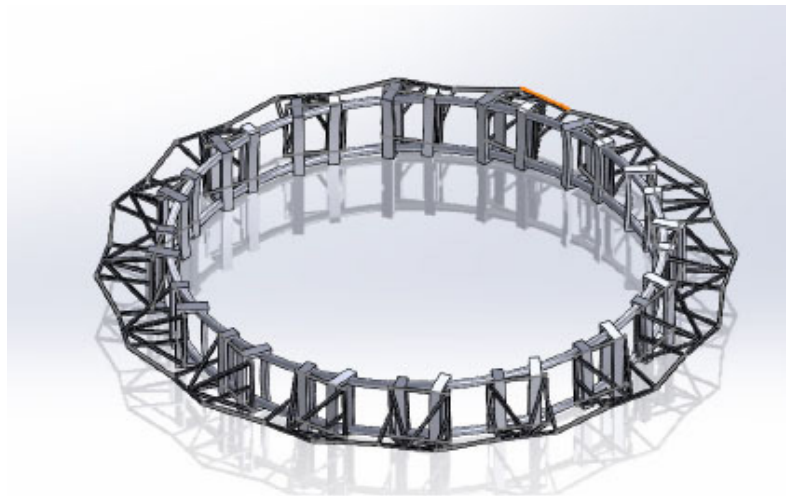
*Análisis de deformación.*



**Nota.** Elaboración propia. Se demuestra la deformación que sufre la estructura al tener una fuerza distribuida de 1000N, representa a una ola.

### Figura 4

*Diseño final con la estructura completa alrededor del dispositivo*



**Nota.** Elaboración propia. Se representa el sistema completo y se añaden puntos de sujeción entre las estructuras independientes de la Figura 1.

**Tabla 1**

*Comparativa de los diseños undimotrices*

Diseños	Material	Costo	Tamaño	Amortiguamiento	Resistencia
Diseño 1	Acero	Alto	30m de diámetro	Moderado	Alta
Diseño 2	Fibra de carbono	Alto	5m de diámetro	Bajo	Baja
Propuesta	Aluminio	Moderado	15m de diámetro	Moderado	Baja
Diseño 3	Titanio	Alto	15m de diámetro	Bajo	Media

**Nota.** Elaboración propia. Demuestra la comparación de dispositivos realizados con anterioridad con la propuesta de diseño realizada.

# ANÁLISIS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN EL VEHÍCULO RENAULT STEPWAY 2017

## ANALYSIS OF ELECTRONIC INJECTION IN THE RENAULT STEPWAY 2017 VEHICLE

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**Mortera, José Javier** <sup>1</sup>

Universidad del Valle de Puebla

ia42307@uvp.edu.mx

ORCID: 0009-0001-9380-1856

**López, Sergio Raúl** <sup>2</sup>

Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: 0000-0001-9762-8109



Recibido el 30 de mayo de 2024. Aceptado el 2 de julio de 2024. Publicado el 31 de agosto de 2024.

### **Reseña del Autor 1**

Estudiante activo de la Universidad del Valle de Puebla, cursando el octavo semestre. Ponente en Misión Tecnológica México 2023 en la Universidad del Valle de Puebla. Certificado como Ing. en Diseño Mecánico por SolidWorks, Ha participado en los diferentes congresos de Ingeniería de la Universidad del Valle de Puebla.

### **Reseña del Autor 2**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México Campus Puebla, Maestro en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente, Doctor en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Posdoctor en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. TSU en Gestión y Administración de PyME por la Universidad Abierta y a Distancia de México. Ha colaborado con organizaciones privadas de los sectores manufacturero, comercial y de servicios implementando Sistemas de Gestión de Calidad, desarrollado y mejorando procesos, gestionando información de sistemas y aplicándola en la toma de decisiones. Ha trabajado en publicaciones e impartido conferencias en diversas instituciones como BUAP, UPAEP, CEUNI, IEU, UVP, etc., relacionadas con temas de liderazgo, productividad, motivación, marketing, ingeniería y uso de la información en procesos de investigación.

### **Resumen**

En el presente proyecto de tesis, se realiza un análisis de inyección electrónica para el vehículo Renault Stepway 2017 lo que da solución a la problemática y demanda de ahorro de combustible, ya que en este vehículo en particular se han tenido reportes con respecto al rendimiento de combustible en su consumo. El objetivo de esta investigación es a partir del análisis, realizar una propuesta de modificación de valores de inyección electrónica para incluir un nuevo modo de manejo en el vehículo que permita ahorrar combustible. Por lo que es importante conocer los principales sensores del automóvil que están involucrados en la inyección electrónica, ya que serán la clave para la propuesta de modificación que se planea conseguir.

**Palabras clave:** Inyección electrónica, Ahorro de combustible, Sensores

### **Abstract**

In this thesis project, an analysis of electronic injection for the Renault Stepway 2017 vehicle is performed, providing a solution to the problem and demand for fuel savings, since in this particular vehicle there have been reports regarding fuel efficiency in its consumption. The objective of this research is from the analysis, to make a proposal for modification of electronic injection values to include a new driving mode in the vehicle to save fuel. Therefore, it is important to know the main sensors of the car that are involved in the electronic injection, since they will be the key to the modification proposal that is planned to be achieved.

**Keywords:** Electronic injection, Fuel economy, Sensors.

## **Introducción**

La creciente demanda en el sector automotriz por contar con un vehículo que no gaste mucho combustible sin dejar de verse “top” ha llevado a la implementación de utilizar diferentes tipos de motores al adaptar los espacios y rediseñarlos, del mismo modo han generado una modificación en los parámetros de inyección electrónica.

A partir de esta investigación se tiene en cuenta la relevancia económica, ya que al tener una propuesta de modificar de manera óptima los valores de inyección el combustible que requiere el vehículo Renault Stepway 2017 serán menores a los normales requeridos, del mismo modo toma fuerza la relevancia ambiental y tecnológica, pues al venir de la mano resultan en un beneficio para ambas ramas.

El alcance de esta investigación está determinado hasta donde la empresa Renault permita realizar cierto tipo de modificaciones, al tener en cuenta que al realizar una modificación se alteran los parámetros iniciales del vehículo Renault Stepway 2017, de lo que se obtiene un beneficio, del mismo modo, a partir de la funcionalidad del cambio de estos valores, podría implementarse el mismo método en vehículo de otras marcas no solo en Renault.

El beneficio de la presente investigación es el ahorro de combustible que traerá la modificación de valores de los sensores involucrados en la inyección electrónica, el porqué de la mejora es debido a la alta demanda de vehículos que ahorren combustible, esto con base en datos de varios estudios realizados.

## **Planteamiento del problema**

En la actualidad la inyección que ocurre en el vehículo, es uno de los puntos que menos ha tenido evolución, y las evoluciones que ha tenido, lo mencionan Oñate y Frías (2019), “los vehículos pasaron de un método dosificación de combustible la cual usaba un carburador como encargado de mezclar la gasolina y el aire” a

un sistema de inyección electrónica controlado por una computadora que mide parámetros por medio de sensores.

El vehículo de 4 tiempos pasó de un método de carburación a una inyección con diferentes modos de operación, esto al adaptar las necesidades que cada vehículo necesitará, para que la mezcla estequiométrica fuera más eficiente que la carburación, lo que da como resultado una mayor respuesta de aceleración, mayor potencia a comparación de vehículos carburados, y por consecuencia una mayor eficiencia de combustible en los vehículos.

Sin descuidar el importante impacto ambiental que estas evoluciones trajeron consigo, las cuales fueron un menor porcentaje en el índice de gases contaminantes involucrados y producidos en el ciclo termodinámico del motor de combustión interna a 4 tiempos automotriz.

En este problema intervienen vehículos que actualmente cuentan con un sistema de inyección electrónica, controlados por sensores, del mismo modo interviene el vehículo Renault Stepway 2017, los cuales muestran una sola configuración de manejo establecida de fábrica.

Interviene de manera directa el sector elegido porque los diferentes modos de manejo, antes mencionados, ofrecen un comportamiento distinto en términos de valores gráficos, en cada uno de los parámetros, los cuales son captados por dichos sensores involucrados en el proceso de inyección, como lo mencionan Martin y Serrano (s.f.), “los sensores describen el comportamiento que tienen las variables en términos que se parametrizan”, y son convertidos en señales voltajes, positivos o negativos, según sea el tipo de señal, dicha señal es interpretada por la computadora y esta misma manda otro pulso a los actuadores con base a los valores preestablecidos de fábrica.

Los motivos por los cuales no hay una solución concreta en este tema de la inyección de combustible es, que en algunos de los modos de inyección demandan más mezcla estequiométrica para funcionar o brindar las cualidades que caracterizan a dicho modo de manejo, como mencionan los autores, Mora-Quijano et al. (2022) “derivando así en una eficiencia mayor del vehículo, un menor consumo, más torque o potencia”, lo que sí es posible son la estandarización de parámetros pre-calculados basados en lo que ofrece cada modo, y disminuir así el tiempo de inyección o potenciar la obtención de caballaje.

Es por ello la importancia de investigar este tema, ya que, con parámetros de modos de manejo, e información brindada por los sensores se podrán realizar cálculos aproximados que nos ofrezcan características similares, también radicará en comparar los parámetros y poder analizar para de este modo buscar una eficiencia en el ahorro de combustible.

Derivado de lo anterior se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influye la modificación de los valores de inyección dependiendo del modo de manejo en la eficiencia del gasto de combustible en el vehículo Renault Stepway 2017 en el periodo de Noviembre 2023-Junio 2024?

## **Revisión bibliográfica**

La tecnología y sus avances juegan un papel muy importante para la vida y existencia de los humanos, gracias a estos avances, se automatizan procesos de máquinas y equipos, los problemas orientan al hombre a crear soluciones innovadoras y creativas para atacar la problemática (Tulcanaz et al., 2022).

El MCI o motor de combustión interna es el encargado de combinar la gasolina con el aire, lo que genera energía cinética que provoca el traslado del automóvil de un punto a otro (KIA México, 2021). Los MCI requieren de diferentes sistemas

que componen un vehículo para otorgar la eficiencia que el fabricante establece, la información de funcionamiento de cada sistema se encargan los sensores, quienes interpretan variables (Vázcones , 2020).

La inyección electrónica vino a revolucionar la industria automotriz, debido a que esta es la conjunción de parámetros del motor, quiere decir que la computadora mediante los sensores monitorea parámetros como: el aire, revoluciones, oxígeno y gasolina, de tal manera que trabajan juntos para eficientar el ciclo otto (Mena y Venegas, 2015). Con la llegada del sistema de inyección electrónica, se maximizó el combustible, ya que la mezcla estequiométrica se hace correctamente, lo que derivó en una eficiencia mayor del vehículo (Mora-Quijano et al., 2022).

### **Inyectores**

Los inyectores automotrices son componentes esenciales para un óptimo funcionamiento del mismo vehículo, y forman parte del sistema de alimentación de inyección, son los destinados a realizar la tarea de introducir gasolina al motor en cada uno de los cilindros en el momento preciso (Volkswagen de México, 2021).

### **Computadora automotriz**

A partir de las ideas de Donado (2020); Lira (2023), puede decirse que la computadora automotriz, ECU o PCM es un dispositivo electrónico que comanda las operaciones que realiza un automóvil de combustión interna, y esté regularmente recibe información o parámetros del vehículo mediante los sensores y es considerado el miembro más importante del sistema eléctrico del vehículo.

### **Sensores**

Son dispositivos eléctricos que captan información de la magnitud física que se mide, y la transforman a señales eléctricas, es decir, voltaje y la ECU se encarga del

resto. Se dividen en 3 tipos, mecánicos, eléctricos y electrónicos (Universidad de Oriente Venezuela, 2014).

### **Sensor TPS**

El sensor TPS se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración del automóvil, y es un potenciómetro que se encarga de medir el ángulo de posición que la mariposa de aceleración, que a su vez es controlado por el pedal de acelerador, esta señal digital es la que permite saber en qué fase de aceleración se encuentra el vehículo (Jaramillo C, 2009).

### **Sensor APP**

Mena y Venegas (2015), mencionan que es el encargado de indicar a la computadora la posición del pedal de acelerador del vehículo, es un potenciómetro que convierte la posición en una señal electrónica y trabaja en conjunto con el sensor TPS.

## **Método y Metodología**

La presente investigación corresponde al diseño Experimental derivado de que las variables serán manipuladas para poder obtener información relacionada con el tema en cuestión, Será de una clasificación Cuasi-experimental, derivado de que es similar al tipo experimental puro o verdadero.

En este diseño de investigación, se manipula una variable independiente antes de calcular la variable dependiente y, por lo tanto, se elimina el problema de direccionalidad. El enfoque de investigación cuantitativa es aquella que utiliza predominantemente información de tipo cuantitativo (numérico) directo, es por ello, que se tiene un enfoque cuantitativo.

El método de recolección de datos, fue con base a valores arrojados bajo 4 condiciones establecidas, condición Off, On, Start y Marcha mínima, y colocados

en tablas diseñadas por el autor para posteriormente ser graficadas, en cuanto a los instrumentos fueron utilizados un multímetro y osciloscopio.

## **Resultados**

Se llevó a cabo la captura de resultados arrojados por parte del sensor cuerpo de aceleración TPS, APP y de los inyectores, con el objetivo de realizar un análisis del comportamiento del consumo de combustible y derivado de esto proponer una alternativa. Los resultados obtenidos fueron interpretados mediante el uso de una tabla, lo cual permitió visualizar posteriormente como se comportaba el vehículo en términos de:

- Porcentaje de apertura de cuerpo de aceleración
- Porcentaje de apertura del pedal de acelerador (APP)
- Voltaje del sensor TPS, APP y inyectores
- Tiempo de inyección
- Y RPM del motor



**Tabla 1**

*Medición del comportamiento de sensores en pista 1*

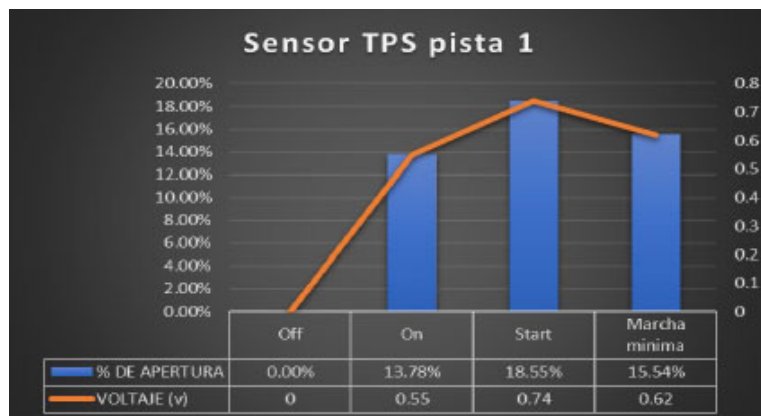
		MEDICIONES DEL CUERPO DE ACCELERACIÓN SENSOR 1			Valor alto de voltaje de sensor (v)	Porcentaje de funcionamiento
		PEDAL EN REPOSO	SENSOR TPS		5	100%
		% DE APERTURA	% DE APERTURA	VOLTAJE (v)		
OFF	CONDICION 1	0%	0.00%	0		
ON	CONDICION 2	0%	11.00%	0.55		
START	CONDICION 3	0%	14.80%	0.74		
MARCHA MINIMA	CONDICION 4	0%	12.40%	0.62		

**Nota.** Comportamiento del voltaje con respecto a la apertura del sensor TPS y APP (Pista 1) del Vehículo Renault Stepway 2017

Derivador de la anterior se obtiene el comportamiento de la Figura 1.

**Figura 1**

*Pista 1 del sensor TPS*



**Nota.** Comportamiento de apertura con respecto al voltaje del sensor TPS (Pista 1)

## **Interpretación**

Condición Off, en esta condición los 3 parámetros medidos tuvieron un valor de 0, tanto en porcentaje de apertura y voltaje por lo antes mencionado en el punto off del sensor pista 1.

Condición On, para esta condición es indispensable explicar que los valores de voltaje de esta pista son inversamente proporcionales a la pista 1, para obtener los valores de voltaje equivalentes a 5 v se les restaron los valores arrojados, como se muestra en la tabla 8. Y de esta manera se puede apreciar que los voltajes, porcentajes de apertura del TPS y el pedal (APP) son los mismo que la pista 1 solo interpretados de manera diferente.

Condición Start, se repite el mismo procedimiento para poder interpretar el voltaje inverso, a 5v se le resta el valor obtenido y arroja un valor igual a la pista 1, con unos valores de apertura de cuerpo de aceleración de 14.8% y pedal de 0% con un voltaje de 0.74 v.

Condición Marcha mínima, para esta condición la interpretación de igual manera, es inversa, a 5v se le resta el valor obtenido de voltaje y se hacen los cálculos para la obtención del porcentaje de apertura del cuerpo de aceleración, los cuales fueron los siguientes, porcentaje de apertura del TPS 14% y pedal de aceleración en 0% con un voltaje de 0.7 v cuando el vehículo trabaja en óptimas condiciones.

Se realizó la misma interpretación en la pista 2 del sensor TPS, los únicos cambios que este presenta es que los valores de voltaje de esta pista son inversamente proporcionales a la pista 1, para obtener los valores de voltaje equivalentes, a 5 v se le restaron los valores arrojados, como se muestra en la Tabla 2 y Grafica 2.

**Tabla 2**

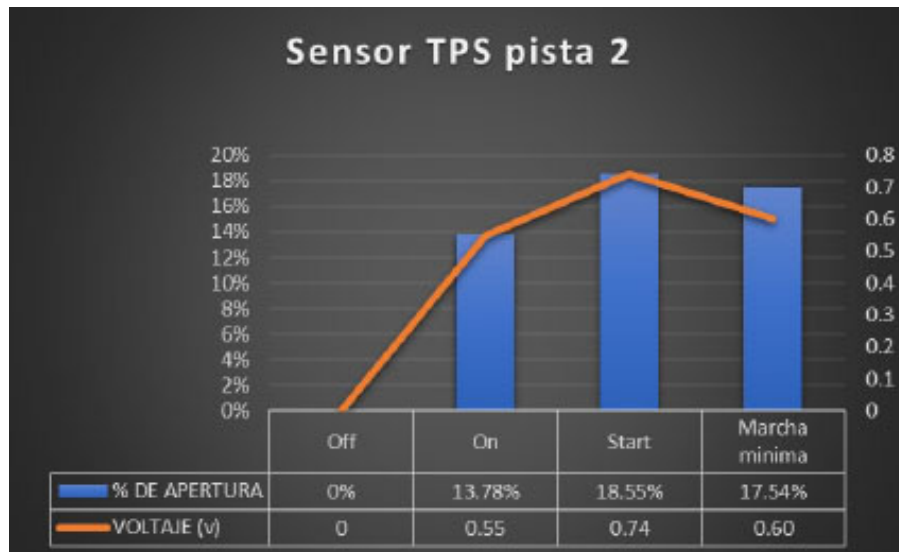
*Medición del comportamiento de sensores en pista 2*

		MEDICIONES DEL CUERPO DE ACCELERACIÓN SENSOR 2			Valor alto de voltaje de sensor (v)	Porcentaje de funcionamiento
		PEDAL EN REPOSO	SENSOR TPS	SENSOR INVERSO VOLTAJE	5	100%
		% DE APERTURA	% DE APERTURA	VOLTAJE (v)	VOLTAJE	
OFF	CONDICION 1	0%	0%	0	0	
ON	CONDICION 2	0%	11.00%	0.55	4.45	
START	CONDICION 3	0%	14.80%	0.74	4.26	
MARCHA MINIMA	CONDICION 4	0%	14.00%	0.70	4.3	

**Nota.** Comportamiento del voltaje con respecto a la apertura del sensor TPS y APP (Pista 2) del Vehículo Renault Stepway 2017

**Figura 2**

*Pista 2 del sensor TPS*



**Nota.** Comportamiento de apertura con respecto al voltaje del sensor TPS (Pista 2)

Y de esta manera se puede apreciar que los voltajes, porcentajes de apertura del TPS y el pedal (APP) los cuales son idénticos que la pista 1, solo interpretados de manera diferente. Y apreciamos una variación en comparación con la pista 1 y 2 en la condición de marcha mínima, los cuales son derivados porque la ECU se encuentra trabajando y corriendo la mezcla como lo mencionan los autores Donado (2020); Lira (2023).

## Inyectores

Para recolectar la información del inyector, se tomaron en cuenta los valores de voltaje, tiempo de inyección y % de apertura durante las 4 condiciones establecidas en un principio.

**Tabla 3**

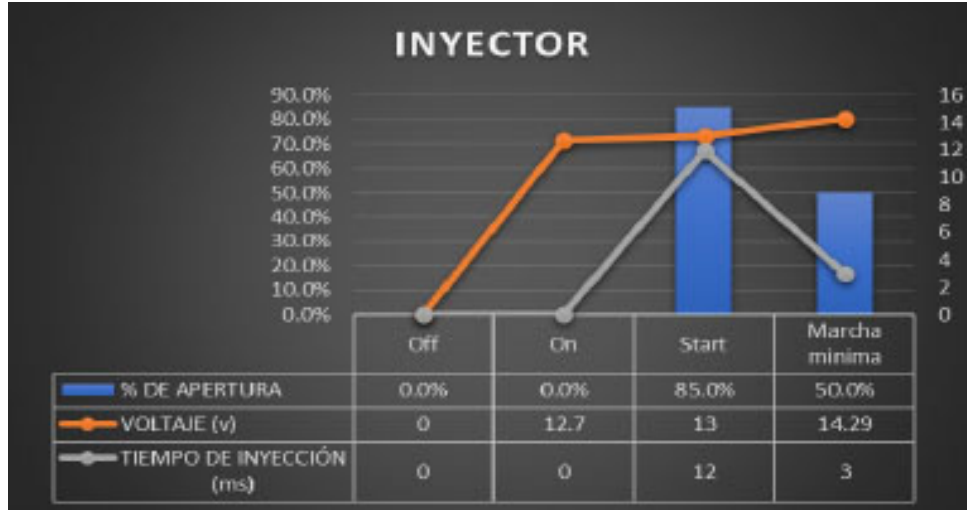
*Medición del comportamiento de inyectores*

Inyector				
Condición	% DE APERTURA	VOLTAJE (v)	TIEMPO DE INYECCIÓN (ms)	REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM)
Off	0.0%	0	0	0
On	0.0%	12.7	0	0
Start	85.0%	13	12	1700
Marcha mínima	50.0%	14.29	3	950

**Nota.** Porcentaje de trabajo, voltaje y tiempo de inyección del Inyector del Vehículo Renault Stepway 2017

**Figura 3.**

*Comportamiento de inyectores*



**Nota.** Comportamiento de apertura del inyector con respecto al voltaje y tiempo de inyección.

Para la condición Off y On el porcentaje de apertura del inyector es del 0%, ya que no hay un suministro de combustible exigido por el motor, lo único que cambia aquí es el valor de voltaje, el cual es 0 v en Off y 12 v en On por la alimentación del circuito eléctrico ambos a un tiempo de inyección de 0 ms.

Sin embargo, para la condición Start, como se mencionó en el análisis de resultados de las pistas 1 y 2 del sensor TPS, hay una exigencia mayor porque el vehículo ocupa más recursos para poder encender, por ello los inyectores tuvieron un porcentaje de apertura del 80% en un rango de 10° antes del ciclo de admisión y 27° después de la admisión, en total una apertura de 217° del ciclo teórico, con un voltaje de 12 v y un tiempo de inyección de 12 ms.

Condición marcha mínima, una vez se hayan estabilizado las RPM de motor se realizó la toma de estos valores, los cuales se interpretarían como una condición

de trabajo óptima para los inyectores, con porcentaje de apertura del 50% en cada inyección de combustible en la fase de admisión, con un voltaje de 14 v y un tiempo de inyección de 3 ms.

Para analizar el tiempo de inyección contrastado con las RPM, podemos interpretar la tabla anterior de la siguiente manera, cuando el motor esté en condición Off y On, los valores serán 0 por lo explicado en puntos anteriores.

En cambio, cuando en la condición Start el tiempo de inyección es de 12 ms con 1700 RPM, al considerar que los valores son altos debido a la ignición de arranque del vehículo, y por último la marcha mínima cuando los inyectores tienen un tiempo de trabajo y RPM normal los cuales son 3 ms de tiempo de inyección a 950 RPM. Derivado de lo anterior, se obtienen las gráficas del comportamiento de inyectores y de PRM-Tiempo de inyección (Figura 4).

#### Figura 4

Comportamiento del tiempo de inyección



**Nota.** Comportamiento de apertura del inyector con respecto al voltaje y tiempo de inyección

## **Conclusiones y discusión**

De acuerdo con la investigación, un sistema de inyección electrónica vino a solucionar muchos problemas que se tenían anteriormente, dentro de ellos la mejora de eficiencia del combustible, mayor potencia y rendimiento, reducción de emisiones y adaptabilidad a altitudes y temperaturas. Esta transición ofrece mejoras significativas, por ello se usa en la actualidad.

Del mismo modo podemos observar que cuando los sensores y actuadores del vehículo funcionan y tienen un correcto ciclo de trabajo, los datos conmutados entre ellos toman sentido y estos pueden observarse de manera clara.

Al evaluar los datos que arroja el análisis de inyección electrónica del vehículo Renault Stepway 2017 nace una propuesta para poder cambiar los valores de tiempo de inyección electrónica, esto busca un ahorro de combustible, y del mismo modo se puede ofrecer una mayor potencia.

En los resultados podríamos encontrar que en la condición Start, se tiene un tiempo de inyección mayor, 12 ms, la cual es necesaria para lograr el primer giro del cigüeñal y poder encender el vehículo, que posteriormente cae a 3 ms que es el tiempo óptimo que abre el inyector para poder suministrar la gasolina.

### **Propuesta modo ECO:**

La propuesta es, si queremos un ahorro de combustible en vez de inyectar 3 ms inyectar 2.5 ms y observar cómo esto influiría en el ahorro de combustible en un kilometraje considerable para hacer la comparativa.

## Propuesta modo Sport:

Para un mayor suministro de combustible que se traduce en más potencia, ampliar el ciclo de tiempo de trabajo de los inyectores, en vez de 3 ms, sea de 3.5 o 2 ciclos de trabajo de 1.75 ms, en fase de admisión dentro de los 217° del ciclo real otto mencionado en el análisis de trabajo de los inyectores. Y realizar un nuevo análisis del comportamiento para graficar los resultados y ver la viabilidad de la propuesta.

## Referencias

- Donado, A. (7 de Septiembre de 2020). Aprendiendo sobre la ECU Automotriz: Para qué Sirve y Qué Parámetros Mide. *AUTOSOPORTE*. <https://autosoporte.com/aprendiendo-sobre-la-ecu-automotriz-para-que-sirve-y-que-parametros-mide/>
- Jaramillo, C. (2009). *Construcción de un tester para la comprobación y simulación de los sensores del sistema de inyección [Tesis de ingeniería, Universidad del Azuay]*. Repositorio institucional de la Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6835/1/07254.pdf>
- KIA México. (2021). *¿Cómo funcionan los motores de los automóviles?* KIA. <https://www.kia.com/mx/discover-kia/ask/how-do-car-engines-work.html>
- Lira, G. (24 de Enero de 2023). *ECU: ¿Qué es la Unidad de control de motor?* AUTOFACT. <https://www.autofact.cl/blog/mi-auto/mantencion/ecu#:~:text=LA%20ECU%2C%200%20Engine%20Control,en%20t%C3%A9rminos%20mec%C3%A1nicos%20y%20ecol%C3%B3gicos>.
- Martin Blas, T., & Serrano Hernández, A. (s.f.). *Ciclo otto*. UPM. <https://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo2p/otto.html>
- Mena, R., & Venegas, J. (2014). *Repotenciación de un banco de pruebas de inyección electrónica j20a a través de la adaptación de un sistema de aceleración electrónica tac, para la imple-*



- mentación en el laboratorio de inyección electrónica de la escuela de ingeniería automotriz* [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10028/1/107940.pdf>
- Mora-Quijano, C. H., Altamirano-Bustos, D. S., Guasumba-Maila, J. E., & Cabascango-Camuendo, C. P. (2022, 1 abril). Características de los sistemas de inyección. Una revisión bibliográfica. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 392-403. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3831/8868>
- Oñate, D., & Frías, J. (2019). *Diseño y construcción de un dispositivo electrónico, adquiriendo, modificando las señales base de los sensores para aumentar la eficiencia y funcionamiento del motor de combustión interna*. [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13566/1/65T00332.pdf>
- Tulcanaz, K., Rodríguez, J., & Álvarez, E. (2022, 1 octubre). Análisis de los sistemas modernos de inyección a gasolina. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 123-137. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4717/11340>
- Universidad de Oriente Venezuela. (Marzo de 2014). *Sensores mecánicos y eléctricos* [Archivo PDF]. Editorial DCS. [https://issuu.com/ceguidomon/docs/revista\\_sensores#:~:text=Los%20sensores%20mec%C3%A1nicos%20son%20aquellos,detectar%20la%20presencia%20de%20dispositivos](https://issuu.com/ceguidomon/docs/revista_sensores#:~:text=Los%20sensores%20mec%C3%A1nicos%20son%20aquellos,detectar%20la%20presencia%20de%20dispositivos).
- Vázcones, P. (2020). *Diagnóstico del sistema de inyección a gasolina* [Tesis de Licenciatura, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio institucional de la Universidad san Francisco de Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10028/1/107940.pdf>
- Volkswagen de México. (20 de Diciembre de 2021). *Inyectores de autos: cómo funcionan y por qué limpiarlos?* Volkswagen/Innovación. <https://www.vw.com.mx/es/experiencia/innovacion/que-es-inyector-de-auto.html>

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ERP  
EN LA EMPRESA SUMA LOGÍSTICA

IMPLEMENTATION OF THE ERP SYSTEM  
IN THE COMPANY SUMA LOGÍSTICA

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**Castillo, Itzia**

UVP Universidad del Valle de Puebla

ii44017@uvp.edu.mx

ORCID: 0009-0005-0740-3042

Recibido el 10 de junio de 2024. Aceptado el 7 de julio de 2024. Publicado el 31 de agosto de 2024.

## **Reseña del Autor**

Estudiante de Ingeniería Industrial por la Universidad del Valle de Puebla.

## **Resumen**

Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) son herramientas empresariales integrales que permiten la gestión eficiente de diversos departamentos dentro de una empresa, integrando procesos como compras, ventas y almacenamiento. La implementación de un ERP es crucial para optimizar y automatizar procesos empresariales, mejorar la competitividad y la rentabilidad. En el caso de Suma Logística, la ausencia de un sistema ERP eficiente ha generado problemas en la gestión de inventario.

La falta de un sistema adecuado ha llevado a errores en los registros de existencias y ha dificultado la planificación de inventarios. Los principales afectados por esta situación son el equipo de operaciones y logística, quienes se ven directamente afectados por la falta de un sistema eficiente para gestionar el inventario. La implementación de un sistema ERP personalizado y el uso de códigos de barras se plantean como una solución para mejorar la eficiencia operativa de Suma Logística.

**Palabras clave:** Gestión, Empresa, ERP, Inventario

## **Abstract**

Enterprise Resource Planning (ERP) systems are comprehensive business tools that enable efficient management of various departments within a company,

integrating processes such as purchasing, sales, and inventory management. The implementation of an ERP is crucial to optimize and automate business processes, improve competitiveness, and profitability. In the case of Suma Logística, the absence of an efficient ERP system has led to inventory management problems.

The lack of a suitable system has resulted in errors in inventory records and has hindered inventory planning. The main affected parties are the operations and logistics team, who are directly impacted by the lack of an efficient system to manage inventory. The implementation of a customized ERP system and the use of barcodes are proposed as a solution to improve the operational efficiency of Suma Logística.

**Keywords:** Management, Enterprise, ERP, Inventory,

## **Introducción**

Un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) es un software empresarial integral que permite gestionar diversos departamentos de una empresa, integrando procesos esenciales como compras, ventas, almacén y más. Estos sistemas facilitan la gestión al compartir información a través de una base de datos común, proporcionando soporte a las diversas unidades de negocio y conectando distintos segmentos y sectores de la empresa.

Los sistemas ERP son cruciales para optimizar y automatizar procesos empresariales, mejorando la competitividad, productividad y rentabilidad. Facilitan una gestión unificada de áreas como comercial, compras, logística, producción y financiera, ofreciendo acceso a información en tiempo real. Además, gracias a soluciones especializadas por sector, se adaptan a las necesidades específicas de cada empresa.

Este sistema permite verificar inventarios automáticamente, enviar órdenes de compra a proveedores, programar la producción, planificar la logística y manejar el

procesamiento financiero de forma automatizada. También permite a las empresas controlar los productos por tallas, colores, lotes y series, y gestionar múltiples almacenes y clasificadores de productos. Asimismo, la integración de códigos de barras mejora la precisión y eficiencia en el seguimiento y gestión de inventarios, facilitando el control y la trazabilidad de los productos en cada etapa del proceso.

### **Planteamiento del problema**

La empresa Suma Logística se encuentra en una situación donde la gestión de inventario es defectuosa debido a la ausencia de un sistema ERP. Esto ha llevado a malos registros de existencias y ha generado complicaciones en la producción y el cumplimiento de pedidos. La empresa está experimentando inconsistencias y desafíos en la gestión de su inventario.

La falta de un sistema ERP eficiente ha llevado a la realización manual de inventarios, generando errores, omisiones y desajustes en existencias. Esta situación impide tener un control preciso de los productos almacenados, lo que puede traducirse en problemas de planificación de la producción y en la capacidad de satisfacer la demanda de manera oportuna.

Los principales afectados por esta problemática son el equipo de operaciones y logística. Los empleados encargados de realizar los inventarios manuales, así como los responsables de la planificación y la toma de decisiones, se ven directamente afectados por la falta de un sistema eficiente para gestionar el inventario. Estos problemas ocurren dentro de las instalaciones de almacenaje, donde se resguardan las materias primas. La gestión ineficiente del inventario afecta directamente la operación diaria del almacén y, por ende, la cadena de suministro en su totalidad.

La ausencia de un sistema ERP eficiente es la raíz de la problemática en el inventario. La dependencia de procesos manuales propicia la introducción de

errores humanos, omisiones y desajustes en los registros de existencias. Este error de automatización no solo repercute en la precisión de los datos, sino que también hace más lentos los procesos y dificulta la toma de decisiones.

Esta problemática en la gestión del inventario ha estado afectando a Suma Logística de manera continua. La falta de un sistema ERP ha generado inconsistencias en el inventario a lo largo del tiempo, afectando la eficiencia operativa y generando pérdida de oportunidades comerciales debido a que no puede cumplir con la demanda en momentos críticos.

El objetivo de la investigación es optimizar la gestión de inventario, mediante la implementación de un sistema ERP personalizado y códigos de barras para mejorar la eficiencia operativa en la empresa Suma Logística de Puebla en un periodo de febrero 2024 a marzo 2025.

## **Revisión bibliográfica**

El Enterprise Resource Planning (ERP) es un sistema empresarial de planificación de recursos que se ha desarrollado desde la década de los años 40 del siglo pasado. En sus inicios, estos sistemas se enfocan principalmente en la planificación de la producción y las finanzas. Sin embargo, con el transcurso del tiempo, han experimentado evoluciones que incluyen la integración de nuevas tecnologías y fuentes de datos, proporcionando así un valor adicional considerable a las empresas (Félix, 2023).

La historia de los sistemas ERP tiene sus inicios en la década de 1960, cuando se desarrollaron los sistemas MRP (Material Requirements Planning) en respuesta a la creciente complejidad de la gestión de inventarios en la industria manufacturera. Estos primeros sistemas se enfocan en la planificación de recursos materiales, con

el propósito de ayudar a las empresas a calcular la cantidad necesaria de materiales para la producción, con el objetivo de minimizar excedentes y faltantes.

Uno de los pioneros en la creación de sistemas MRP fue Joseph Orlicky, quien desarrolló un sistema en IBM en 1964. Este sistema se basaba en la programación de producción y el control de inventarios, marcando así un hito en el avance de las soluciones para la gestión eficiente de los recursos en el ámbito empresarial (ENTERSOL, 2023).

En la década de 1980, la evolución tecnológica, marcada por la introducción de ordenadores personales y arquitecturas cliente-servidor, transformó significativamente el panorama de los sistemas ERP. Con la creciente asequibilidad de la tecnología, las organizaciones abandonaron el enfoque en mainframes y adoptaron plataformas informáticas más flexibles y adaptables.

Durante este periodo, los proveedores de software se centraron en el desarrollo de sistemas más completos, abarcando funciones empresariales amplias como finanzas, recursos humanos y ventas, además de las áreas tradicionales de fabricación y gestión de inventarios de los sistemas MRP. Esta ampliación condujo a la creación de los primeros sistemas ERP auténticos, diseñados para optimizar operaciones, fomentar la eficiencia e integrar diversos departamentos (Schmidt, 2023).

En la década de los años 90, emerge oficialmente el concepto de ERP tal como lo conocemos en la actualidad. Estos sistemas posibilitaron a las empresas administrar de manera integral todos los procesos operativos e incluir funciones administrativas como recursos humanos. Además, facilitaron la compartición de información empresarial entre diversos departamentos, ofreciendo una interfaz de conectividad unificada (Tecon, 2019).

En los 2000, la popularidad de los sistemas ERP continúa en ascenso, y con ello, la integración de aplicaciones diseñadas para abordar situaciones cada vez más

específicas se vuelve más pronunciada. En este contexto, emerge la integración de programas CRM y SCM en el software principal de gestión, dando origen al conocido Extended ERP.

Microsoft refuerza su posición dominante en el ámbito de las aplicaciones empresariales mediante la adquisición de Great Plains y del líder en ERP para pequeñas y medianas empresas, Navision. Este evento marca el inicio del sistema que transformará la gestión empresarial, conocido como Microsoft Dynamics (NAV, AX, 365 BC...). Aparecen los primeros sistemas ERP de código abierto, como OpenERP, que ayudan a la expansión de este tipo de aplicaciones en un considerable número de empresas (Grupo IGN, 2022).

En la actualidad, la comercialización de soluciones ERP o CRM en modalidad SaaS (Software como Servicio) se ha establecido firmemente. Para ilustrar su evolución en los principales fabricantes de ERP, basta con mencionar un dato revelador: SAP cuenta actualmente con más de 200 millones de usuarios en la nube. Gracias a esta tendencia, la movilidad ya no representa un obstáculo, ya que es posible acceder a nuestro entorno laboral desde cualquier ubicación y dispositivo (Félix, 2023).

## **Método y Metodología**

La investigación descrita se caracteriza por ser no experimental, transversal y cualitativa debido a varias razones específicas. En primer lugar, se considera no experimental porque no se manipulan las variables involucradas. En este tipo de estudios, los investigadores observan y analizan las variables en su estado natural, tal como se presentan en la realidad, sin intentar alterar o influir en ellas de ninguna manera. Este enfoque permite que los datos recolectados reflejen auténticamente las condiciones y relaciones existentes, sin la intervención directa del investigador.



En segundo lugar, la investigación es transversal porque se realiza la recolección de datos en un único punto en el tiempo. Esto significa que los datos se obtienen de una muestra específica en un momento particular, proporcionando una instantánea de la situación estudiada. A diferencia de los estudios longitudinales, que implican un seguimiento a lo largo del tiempo para observar cambios y evoluciones, la investigación transversal captura y analiza la información en un solo momento, ofreciendo una visión clara y precisa de las condiciones actuales.

Finalmente, la investigación es cualitativa porque su objetivo principal es comprender profundamente las experiencias y percepciones humanas a través de datos no numéricos. Este enfoque permite explorar en detalle las motivaciones, comportamientos y sentimientos de las personas, proporcionando una comprensión rica y matizada del fenómeno investigado. Los métodos cualitativos, como entrevistas en profundidad, grupos focales y análisis de contenido, son utilizados para obtener información detallada sobre las perspectivas y experiencias individuales, lo cual es esencial para alcanzar los objetivos del estudio.

En conjunto, estas características permiten al estudio ofrecer una visión detallada y contextualizada del fenómeno investigado. Al no manipular las variables, el estudio asegura que las observaciones reflejen las condiciones reales. Al recolectar datos en un único punto en el tiempo, se obtiene una representación clara de la situación actual. Y al emplear un enfoque cualitativo, se logra una comprensión profunda de las experiencias y percepciones humanas, enriqueciendo el análisis y las conclusiones del estudio.

## **Población y muestra**

Para esta investigación la población considerada consta de 3 individuos cuyas características principales son:

1. Sea trabajador de Suma Logística de Puebla.
2. Sea parte del departamento de logística, almacén o a fin.
3. Tenga conocimiento sobre el sistema ERP.
4. Conocimientos de logística.
5. Conocimientos de gestión de almacén.
6. Conozca la situación dentro de la empresa.
7. Experiencia con sistemas ERP.

Para poder trabajar la aplicación de los instrumentos de recolección de información se aplica un muestreo por conveniencia, ya que de esta manera se tienen al alcance a los sujetos de estudio para poder obtener sus respuestas y posteriormente contrastarlas mediante un análisis estenográfico.

### **Técnicas e instrumentos de recolección de información o datos**

Desde el enfoque cualitativo, la información posee características particulares relevantes, puesto que se está hablando de datos con significados, conceptos, razones, cosmovisiones, etc., de naturaleza interna (subjetiva) que históricamente han sido colectados del propio ser humano. Sin embargo, en la actualidad el uso de este enfoque se está realizando en una amplia variedad de áreas disciplinarias como las ambientales, biológicas, etc. Pues no se pueden entender algunos procesos naturales sin la comprensión de los comportamientos individuales, sociales y culturales del ser humano.

Uno de los instrumentos metodológicos cualitativos de investigación es la entrevista que se caracteriza por ser una conversación entre iguales, en donde

el investigador funciona como el instrumento de investigación. Las preguntas planteadas tienen una directriz premeditada y preparada con anticipación, aunque no lo parezca frente al entrevistado. Para alcanzar el objetivo de llegar a profundizar en el tópico deseado es necesario realizarla varias ocasiones.

Para esta investigación, la entrevista utilizada para recopilar la información constará de las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es su nombre y en qué área trabaja?
2. ¿Cuáles son los principales servicios que ofrece Suma Logística de Puebla?
3. ¿Qué tipo de industrias o sectores son atendidos por Suma Logística de Puebla?
4. ¿Qué tecnologías y sistemas de gestión utiliza Suma Logística de Puebla en sus operaciones?
5. ¿Qué medidas toma Suma Logística de Puebla para mantenerse competitiva en la industria logística?
6. ¿Conoces el sistema ERP?
7. ¿Cuál es el motivo principal por el cual Suma Logística de Puebla aún no ha implementado un sistema ERP?
8. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentaría Suma Logística de Puebla al implementar un sistema ERP?
9. ¿Cuál sería el impacto esperado en la eficiencia operativa de Suma Logística de Puebla tras la implementación de un sistema ERP?
10. ¿Cómo afecta la falta de un sistema ERP a la capacidad de Suma Logística de Puebla para gestionar sus recursos y procesos?
11. ¿Qué áreas específicas de Suma Logística de Puebla se verían más beneficiadas con la implementación de un sistema ERP?

12. ¿Qué consideraciones de personal y capacitación serían necesarias para implementar con éxito un sistema ERP en Suma Logística de Puebla?
13. ¿Qué soluciones alternativas a un sistema ERP ha considerado Suma Logística de Puebla para mejorar su eficiencia operativa?
14. ¿Cómo afectaría la implementación de un sistema ERP la comunicación y colaboración entre departamentos en Suma Logística de Puebla?
15. ¿Cuál sería el marco de tiempo estimado para la implementación completa de un sistema ERP en Suma Logística de Puebla?
16. ¿Cómo se aseguraría Suma Logística de Puebla de que el sistema ERP elegido se adapte a sus necesidades específicas?

## **Resultados**

De acuerdo con TOTVS (2022), el sistema ERP (Enterprise Resource Planning o Planificación de Recursos Empresariales) es un software diseñado para facilitar la organización y registro de la información en una empresa. Los entrevistados, procedentes de áreas de logística, almacén o inventarios, coinciden en que el principal servicio ofrecido por Suma Logística es el almacenaje. Además, uno de ellos menciona que también se ofrece el traslado de materia prima.

Sobre los sectores atendidos por Suma Logística de Puebla, la mayoría señala que la principal industria es la automotriz, aunque también se mencionan la construcción y la farmacéutica, junto con otras industrias no especificadas en las entrevistas.

En cuanto a las tecnologías y sistemas de gestión utilizados, se destacan ISO 9001:2015, C-TPAT, EOEА, el sistema operativo SAE, y el uso de computadoras portátiles, teléfonos celulares, impresoras y escáneres. Según el Colegio Mayor de Antioquía (2021), la adopción de un Sistema de Gestión de la Calidad es una

decisión estratégica que puede mejorar el desempeño global y proporcionar una base para el desarrollo sostenible.

Para mantenerse competitiva, Suma Logística de Puebla implementa medidas como la capacitación continua del personal, el desarrollo de tecnologías y la optimización de procedimientos operativos. También se destacan las medidas de seguridad integrales y una gestión eficiente de la cadena de suministro para satisfacer a los clientes y atraer nuevos.

Todos los trabajadores entrevistados conocen el sistema ERP y algunos proporcionan retroalimentación sobre su utilidad dentro de la empresa. Sin embargo, la falta de implementación de un ERP se atribuye a la carencia de personal capacitado y al desconocimiento del sistema. Además, la decisión de implementar un ERP es de naturaleza gerencial.

Los desafíos para implementar un ERP incluyen la capacitación del personal, la falta de un plan sólido, la migración de datos y la competencia en el mercado. Según FasterCapital (2023), es crucial considerar el tamaño, la complejidad de la organización, los productos y servicios ofrecidos y los clientes al planificar e implementar un sistema de gestión de la calidad.

Se espera que la implementación de un ERP mejore los procedimientos y agilice las operaciones. La ausencia de un ERP afecta negativamente la velocidad de los procesos y la comunicación, impactando significativamente a todos los departamentos, como señala Sicma 21 (2022).

Las áreas más beneficiadas con un ERP serían las operativas, de compras, ventas y administrativas, y el personal encargado de tablas dinámicas también vería mejoras. Sicma 21 (2022) añade que un ERP puede vincular información de producción, finanzas, distribución y recursos humanos, haciendo a la empresa más consciente de sí misma.

Para la implementación exitosa de un ERP, se necesita una capacitación completa del personal mediante cursos específicos y el mantenimiento continuo del sistema. Es fundamental contar con un especialista en ERP y un programador. Fermin (2024) subraya que la preparación del personal es esencial para el éxito del nuevo sistema.

Suma Logística de Puebla ha mejorado la comunicación y se ha enfocado en la mejora continua de los departamentos, capacitando a montacarguistas, personal de inventarios y analistas de logística, e implementando dispositivos HandHeld.

La implementación de un ERP mejoraría la comunicación y colaboración entre departamentos, impactando la facturación, los movimientos de carga y descarga, la gestión de solicitudes de insumos y la contratación de personal. ERP (2023) destaca que la comunicación empresarial es fundamental para las operaciones diarias.

Sobre el tiempo estimado para la implementación de un ERP, las respuestas varían: algunos estiman seis meses o hasta octubre de 2024, mientras otros creen que en tres meses se establecerán las bases y se desarrollará el plan de implementación.

Para asegurar que el ERP se adapte a sus necesidades, Suma Logística de Puebla recomienda realizar un estudio previo, establecer periodos de evaluación y utilizar indicadores clave de desempeño (KPI's), considerados esenciales para el éxito del sistema ERP en la empresa.

## **Conclusiones y discusión**

La investigación realizada abordó la problemática de la gestión de inventario Suma Logística de Puebla, donde se evidenció la falta de un sistema ERP eficiente como causa principal de las dificultades en la gestión del inventario. A través de una revisión bibliográfica detallada, se pudo comprender la evolución de los sistemas

ERP desde sus inicios hasta su importancia actual como herramientas integrales para la gestión empresarial.

Los resultados obtenidos de las entrevistas con los trabajadores de Suma Logística de Puebla reflejaron la importancia del almacenaje como servicio principal de la empresa y su amplia diversificación en diferentes sectores industriales. Además, se identificaron las tecnologías y sistemas de gestión actualmente utilizados, resaltando la necesidad de implementar un sistema ERP para mejorar la eficiencia operativa y la competitividad.

La falta de implementación de un sistema ERP se atribuye principalmente a la falta de capacitación del personal y al desconocimiento del sistema por parte de la alta dirección. Sin embargo, existe un claro interés por parte de los trabajadores en adoptar esta tecnología para mejorar los procesos y agilizar las operaciones dentro de la empresa.

Los desafíos identificados para la implementación de un ERP incluyen la capacitación del personal, la falta de un plan sólido y la competencia en el mercado. No obstante, se espera que la implementación de un sistema ERP mejore significativamente los procedimientos y la comunicación entre departamentos, lo que tendrá un impacto positivo en la eficiencia operativa de la empresa.

En conclusión, el objetivo general de optimizar la gestión de inventarios mediante la implementación de un sistema ERP personalizado y el uso de códigos de barras en Suma Logística de Puebla se ha logrado de acuerdo con los resultados obtenidos de las entrevistas. Los entrevistados confirmaron que el sistema ERP está en proceso de implementación y se espera que esté completamente operativo en octubre de 2024. La capacitación del personal y la adaptación tecnológica son fundamentales para asegurar el éxito de esta implementación.

## Referencias

- ENTERSOL. (2023). La evolución de los sistemas ERP. ENTERSOL. ENTERSOL. <https://entersol.com.mx/evolucion-sistemas-erp>
- FasterCapital. (2024). Los desafíos de implementar un sistema de gestión de calidad en la marcha de producto. FasterCapital. <https://fastercapital.com/es/contenido/Los-desafios-de-implementar-un-sistema-de-gestion-de-calidad-en-la-puesta-en-marcha-de-un-producto.html>
- Félix, F. (2023). Historia del ERP: pasado, presente y futuro. <https://www.velneo.com/blog/historia-de-erp-pasado-presente-y-futuro>
- Fermin, J. (2024). Preguntas para implementar un ERP: Guía completa. RedSinergia. <https://red-sinergia.com/preguntas-para-implementar-un-erp/>
- Grupo IGN. (2022). Historia del ERP: cómo llegó a convertirse el centro de tu organización. Grupo IGN. <https://ignsl.es/historia-del-erp/>
- Schmidt, R. (2023). La evolución de los sistemas ERP: Una perspectiva histórica. AppMaster. <https://appmaster.io/es/blog/evolucion-de-los-sistemas-erp>
- Sicma 21. (2022). Por qué debes implementar un ERP en tu empresa. Soluciones Integrales para la Industria 4.0. Sicma 21. <https://www.sicma21.com/que-es-un-sistema-erp>
- Tecon. (2019). La evolución de los software ERP. Tecon Soluciones Informática. <https://www.tecon.es/la-evolucion-de-los-software-erp/>
- TOTVS. (2022). Importancia del sistema ERP para el éxito empresarial. TOTVS. <https://es.totvs.com/blog/gestion-de-negocios/importancia-del-sistema-erp-para-el-exito-empresarial/>