

# ¿Cuáles es el costo de no tratar las aguas residuales?

Luis Antonio Castillo-Suárez<sup>1</sup>, Ivonne Linares-Hernández<sup>1</sup>, y Verónica Martínez-Miranda<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua (IITCA), Universidad Autónoma del Estado de México, Unidad San Cayetano, Km. 14.5, carretera, Toluca Atlacomulco, C.P. 50200 Toluca, Estado de México, México. lacastillos\_s@uaemex.mx; ilinaresh@uaemex.mx; mmirandav@uaemex.mx;

## RESUMEN

**El siguiente artículo realiza una revisión crítica a partir de la comparación entre los costos de tratamiento de las aguas residuales vs. las implicaciones debido a su descarga directa. La falta de un tratamiento adecuado a las aguas residuales ha generado impactos económicos en la salud y ambiente, colocando en peligro las fuentes de agua potable (superficial y subterránea). El análisis de ciclo de vida de costos (LCCA) ha sido usado para estimar el costo efectivo a diferentes escenarios, considera costos de inversión, del deterioro real o potencial de los activos naturales debido a la actividad económica. Las tecnologías recientemente desarrolladas están enfocadas en reducir costos, aplicando estrategias que permitan mayor sustentabilidad y fomenten la economía circular.**

**Palabras clave:** *energía solar, tratamiento de aguas, sustentabilidad, LCCA.*

## *Abstract-*

**The following article provides a critical review based on a comparison of the costs of wastewater treatment vs. the implications due to its direct download. The lack of adequate wastewater treatment has generated economic impacts on health and the environment, endangering drinking water sources (surface and groundwater). Life cycle cost analysis (LCCA) has been used to estimate the effective cost at different scenarios, considering investment costs, of actual or potential deterioration of natural assets due to economic activity. Recently developed technologies are focused on reducing costs, applying strategies that allow greater sustainability and promote the circular economy.**

# Silicio en agua de uso y consumo humano: riesgos en la salud e interferencia en tratamientos

Miriam A. García-Colindres<sup>1</sup>, Verónica Martínez-Miranda<sup>2</sup>, Luis Antonio Castillo-Suárez<sup>2,3</sup> y Ivonne Linares-Hernández<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Química, Unidad Colón, Paseo Colón esq. Paseo Tollocan, Residencial Colonia Ciprés, 50120 Toluca de Lerdo, Estado de México

<sup>2</sup> Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua (IITCA), Universidad Autónoma del Estado de México, Unidad San Cayetano, Km. 14.5, carretera, Toluca Atlacomulco, C.P. 50200 Toluca, Estado de México, México;

<sup>3</sup> Cátedra-COMECY

[laideg\\_27@hotmail.com](mailto:laideg_27@hotmail.com), [mmirandav@uaemex.mx](mailto:mmirandav@uaemex.mx), [icastillos001@alumno.uaemex.mx](mailto:icastillos001@alumno.uaemex.mx), [ilinaresh@uaemex.mx](mailto:ilinaresh@uaemex.mx)

## Resumen-

El estrés hídrico es una amenaza ambiental presente originada por la sobreexplotación de los acuíferos principalmente, lo que genera un cambio en las propiedades fisicoquímicas del agua de uso y consumo humano, por la incorporación de alta concentración de minerales.

En particular, el contenido de sílice en los últimos años se ha incrementado, debido a los procesos de meteorización de los silicatos que se disuelven por la infiltración de agua residual sin tratar o con alta carga orgánica, necrolixiviados, lixiviados de rellenos sanitarios, cuerpos de agua con descargas de agua residual, drenajes ácidos de minas, que, con la luz, el aire, entre otros factores favorecen su incorporación al agua.

Altas concentraciones están asociadas a riesgos a la salud humana; además de ser un desafío en su eliminación, debido a la interferencia que causa en los tratamientos para remoción de otros contaminantes como arsénico, iones fluoruros, nitratos.

El presente trabajo reporta el incremento en las concentraciones de silicio en fuentes de abastecimiento del acuífero del Valle de Toluca, así como la interferencia en la remoción de nitratos empleando tratamientos electroquímicos.

Palabras clave: *agua potable; sílice; calidad del agua.*

## Abstract

Water stress is a present environmental threat caused by the overexploitation of aquifers mainly, which generates a change in the physicochemical properties of water for human use and consumption, due to the incorporation of high concentration of minerals.

In particular, the silica content in recent years has increased, due to the weathering processes of silicates that are dissolved by the infiltration of untreated wastewater or with high organic load, necroleachate, leachate from landfills, water bodies with wastewater discharges, acid mine drainage, which, with light, air, among other factors favor its incorporation into water.

High concentrations are associated with risks to human health. In addition to being a challenge in its elimination, due to the interference it causes in treatments for the removal of other contaminants such as arsenic, fluoride ions, nitrates.

The present work reports the increase in silicon concentrations in sources of supply of the Toluca Valley aquifer, as well as interference in the removal of nitrates using treatments of electrocoagulation.

Keywords: *drinking water; sílice; water quality.*

---

# El Arte de los Origamis como Actuadores en la Robótica Suave

Juana-Mariel Dávila-Vilchis, Gustavo Levy Lara Morales, Adriana Herlinda Vilchis González, Melissa Días-Omonte, Juan Carlos Ávila Vilchis y Juan Manuel Jacinto-Villegas

ARTÍCULO ACEPTADO, Artículo de Divulgación

## Introducción

La técnica de los origamis proviene de las palabras japonesas *Ori* (doblez) y *Kami* (papel), cuyo origen se identifica como una actividad de entretenimiento. Este arte consiste en construir estructuras o figuras geométricas 3D de animales, flores u objetos con su propia locomoción mediante diferentes dobleces secuenciales en papel y sin dañarlo (Zhai, Wang, & Hanqing Jiang, 2018). Actualmente, esta técnica se ha aplicado en diversas áreas como Ingeniería, Arquitectura o Medicina. Por ejemplo, en el diseño de construcciones, barcos, transportadores espaciales o dispositivos médicos.

Otra aplicación de los origamis es en la robótica suave donde se busca el desarrollo de dispositivos que estén dotados con movimientos prediseñados, múltiples grados de libertad, que sean capaces de emular movimientos naturales durante su accionamiento y que estén hechos de materiales ligeros (Zaghloul & Bone, 2023). En general, un robot suave es accionado por medio de un *Origami Soft Actuator (OSA)*, para ejecutar una tarea específica, la cual es controlada por medio de un microcontrolador e interfase, para ser empleado por un usuario. Los diseños poseen diferentes estructuras y morfologías, mayormente inspiradas en sistemas biológicos y sus arquitecturas son variables dependiendo del patrón geométrico, del número de capas, de la técnica de doblez, del tipo de papel empleado y del espesor del mismo. Sus configuraciones incluyen modelos individuales, compuestos o modulares (Zaghloul & Bone, 2020).

Las principales ventajas que ofrecen los OSA son su versatilidad de formas, las cuales se caracterizan por tener estructuras compactas y con la capacidad de ser reconfigurables a múltiples escalas. Además, al poderse doblar, se reduce el número de componentes, costos y simplicidad de fabricación (Fei et al., 2022).

Los diseños OSA para robots médicos de rehabilitación y/o asistencia son variados, debido a la movilidad deseada, al número de grados de libertad (GDL), y a las tareas objetivo. Por ejemplo, el movimiento de flexo-extensión para miembros superiores se ha logrado por medio de los patrones de Zigzag y de Yoshimura. Para realizar en conjunto los movimientos de extensión, contracción y rotación se han empleado las estructuras Twisted Tower y de Kresling.

Los origamis se pueden construir por dobleces a partir de un patrón 2D en papel o láminas de metal o plástico. Actualmente, la manufactura aditiva y la técnica de prototipado rápido utilizan TPU (poliuretano termoplástico), PLA (ácido poliláctico) o ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) en la construcción de origamis. Por otra parte, el accionamiento de los origamis es por cables, sistemas neumáticos de vacío o materiales piezoeléctricos, Shape Memory Alloys (SMA) o Shape Memory Polymers (SMP) y su control está enfocado en regular la presión y fuerzas para alcanzar el doblez deseado (Son, Park, Na, & Yoon, 2022).

La literatura se ha enfocado en el diseño, modelado, simulación, fabricación y control de sistemas OSA (Rus & Tolley, 2018), lo que motiva a presentar una metodología de caracterización de los origamis para el movimiento de flexo-extensión, con sus parámetros geométricos, proceso de impresión 3D, así como pruebas experimentales que validan su funcionamiento. En este documento se establecen guías de diseño que facilitan el desarrollo de futuros origamis aplicados a dispositivos médicos u otras áreas que busquen trabajar con actuadores suaves.

## **Determinación de la calidad fisicoquímica del agua superficial y subterránea de la región de Amatepec y su posible interacción**

Alicia Abigahil Muñoz-Ramírez <sup>1</sup>, R.M. Guadalupe Fonseca-Montes de Oca<sup>2\*</sup>,  
Rosa María Fuentes-Rivas<sup>3</sup> y Guadalupe Vázquez-Mejía<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México.

<sup>2</sup>Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México. Unidad San Cayetano, Km.14.5 carretera Toluca-Atlacomulco, C.P. 50200, Toluca, Estado de México, México. Tel: 7222965550. Fax: 7222965551.

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México.

\*E-mail:mgfonsecam@uaemex.mx

### **Resumen**

*Conocer la calidad de los cuerpos de agua es importante debido a que son fuentes de abastecimiento para múltiples usos. La zona de estudio no dispone de una red de abasto de agua potable, por lo que el recurso de agua superficial y subterránea constituye una posible fuente de abastecimiento, ante esta situación es necesario realizar una caracterización fisicoquímica para conocer la calidad que presentan y su viabilidad para consumo. En este estudio se analizaron 14 parámetros: pH, temperatura, oxígeno disuelto (OD), sólidos disueltos totales (SDT), conductividad eléctrica (CE), potencial redox (Eh), color, alcalinidad, demanda química de oxígeno (DQO), Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, N-NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, coliformes totales y coliformes fecales, además del cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) NSF, que arrojó que el agua de los pozos es excelente para todos los usos, no obstante, se sugiere el empleo de tratamientos como desinfección.*

# Detección automática de brócoli en imágenes RGB-D

Luis F. Talavera-Ramírez, Luis A. Quiroz-Mercado, Héctor A. Montes-Venegas, Rosa M. Valdovinos Rosas<sup>1</sup>

*El brócoli es considerada una hortaliza de alto valor a nivel mundial. Sin embargo, en varios países su producción continuamente se ve impactada por una alta inestabilidad en la mano de obra causada por una amplia gama de fluctuaciones económicas, políticas y de fenómenos migratorios. Por este motivo, se han buscado alternativas de recolección autónomas y semiautónomas que faciliten este trabajo, incrementen la producción y reduzcan costos. En este artículo, se revisan algunas estrategias propuestas para la detección automática en el proceso de recolección de brócoli basadas en la segmentación y el filtrado de imágenes 3D, además de mostrar la eficacia de cada estrategia comparando los resultados obtenidos entre ellas.*

## Introducción

La recolección de hortalizas de alto valor como el brócoli es una tarea que consume tiempo a los agricultores por ser un trabajo que aún se realiza enteramente de forma manual en todo el mundo.

Para cosechar el brócoli, los jornaleros deben identificar la cabeza del producto, determinar visualmente si ya tiene el tamaño adecuado y, finalmente, realizar un corte de forma inclinada en el tallo de hasta unos 12 cm. Un ejemplo de este proceso se puede ver en la Figura 1.

Este trabajo de cosecha manual es físicamente exigente y requiere que los trabajadores, en cada corte, se agachen, se inclinen y realicen una serie de movimientos repetitivos que, en el mediano y largo plazo, pueden resultar en lesiones de diversa índole. Aunado a esto, en varios países su producción constantemente se ha visto impactada por una alta inestabilidad en la mano de obra, causada por diversos factores que van desde condiciones económicas, dinámicas sociales, situaciones políticas y todas las complejidades involucradas en los fenómenos migratorios [1].



Figura 1. Proceso de recolección manual de brócoli realizado por cuadrillas de trabajadores.

## Trabajos previos

Se han realizado varias investigaciones encaminadas a apoyar a los agricultores en la tarea de identificación y recolección del brócoli. En este sentido, el desarrollo de sistemas dotados de diversos grados de autonomía que permitan cosechar de forma continua ha recibido una atención considerable en las últimas décadas.

Ramírez [2] desarrolló uno de los primeros intentos de localizar las cabezas de brócoli utilizando un pequeño conjunto de 13 imágenes RGB. Este método detectó el brócoli basándose en el contraste y el análisis estadístico de la textura de la imagen. Por otro lado, Block *et al.* [3] describieron un sistema que también usaba imágenes RGB para detectar brócoli de dos tipos de variedades. El método incluía un filtro de textura y un análisis de color de la apariencia de la cabeza.

Kusumam *et al.* [4] detectó cabezas de brócoli en datos tomados con un sensor RGB-D. Éste método combina la segmentación basada en las distancias

<sup>1</sup> Autora de correspondencia: rvaldovinosr@uaemex.mx

# ***Potabilización de agua de lluvia para consumo humano: mitos y realidades***

## **Resumen**

La seguridad del recurso del agua es de suma importancia para el desarrollo social, económico y medioambiental en cualquier región del mundo. La recolección de agua de lluvia ofrece beneficios invaluable para la sociedad principalmente en zonas rurales las cuales carecen de sistemas de agua centralizados. Al mismo tiempo que se considera una de las soluciones para resolver el problema del abastecimiento del agua. La potabilización del agua de lluvia no representa grandes costos y si muchas ventajas. Este artículo se centra en una revisión de literatura sobre los diferentes mitos que se tienen del agua de lluvia y su consumo humano. El objetivo de esa revisión es brindar la realidad del agua de lluvia para consumo humano, desmentir los mitos que se tienen sobre su calidad y brindar información para motivar la recolección de agua de lluvia en viviendas considerando las condiciones óptimas para su recolección y almacenamiento

**Palabras clave:** Collection system; drinking water, treatment, water availability.

## **Abstract**

**security is of paramount importance for social, economic, and environmental development in any region of the world. Rainwater harvesting offers invaluable benefits to society mainly in rural areas which lack centralized water systems. At the same time, it is considered one of the solutions to solve the problem of water supply. The purification of rainwater does not represent great costs and many advantages. This article focuses on a literature review on the different myths about rainwater and its human consumption. The myths that are held about its quality and provide information to motivate the collection of rainwater in homes considering the optimal conditions for its collection and storage.**

**Keywords:** Collection system; drinking water, treatment, water availability.

*Figura 1. Ciclo del agua de lluvia*

# **Bacterias en Estado Viable pero No Cultivable en agua desinfectada**

## **Bacteria in Viable but Non-Cultivable State in disinfected water**

### **Resumen**

Según la OMS para 2020, 74% de la población mundial contó con un servicio de suministro de agua seguro y en 2022 se señaló que 829,000 personas murieron al año a causa de enfermedades diarreicas provocadas por agua insalubre, saneamiento deficiente y mala higiene. Sin embargo, se considera que una parte de las infecciones gastrointestinales puede estar relacionada con las bacterias en estado Viable pero No Cultivable (VBNC, por sus siglas en inglés), las cuales no pueden ser detectadas a través de métodos de cultivo, implicando un desafío en la desinfección del agua. En este artículo se informa sobre las bacterias de importancia médica que han sido reportadas en estado VBNC y que han sobrevivido a procesos de desinfección como la exposición a la luz UV y la cloración, representando un peligro para la salud pública en caso de entrar en contacto con la población.

**Palabras clave:** Bacterias patógenas, Desinfección de agua, Salud pública, Seguridad microbiológica, Agua potable, Agua residual.

### **Abstrac**

According to the WHO for 2020, 74% of the world's population had a safe water supply service and in 2022 said that 829,000 people died annually due to diarrheal diseases caused by unsafe water, poor sanitation and poor hygiene. However, it is considered that a portion

of gastrointestinal infections may be related to bacteria in the Viable but Non-Cultivable (VBNC) state, which cannot be detected through culture methods, implying a challenge in water disinfection. This article reports on medically important bacteria that have been reported in VBNC state and that have survived disinfection processes such as exposure to UV light and chlorination, posing a danger to public health if they meet population.

**Keywords:** Pathogenic bacteria, Water disinfection, Public health, Microbiological safety, Drinking water, Wastewater.



## **SUPERANDO BARRERAS HACIA LA ECONOMÍA CIRCULAR DEL AGUA EN MÉXICO**

### **OVERCOMING BARRIERS TOWARDS THE CIRCULAR WATER ECONOMY IN MEXICO**

#### **RESUMEN**

La urgente necesidad de tomar acciones sobre el manejo adecuado del agua en las diversas actividades humanas (antropogénicas), deriva de su creciente demanda a la par del crecimiento poblacional y ha impulsado a la búsqueda de nuevos modelos o enfoques económicos, que garanticen su disponibilidad y la permanencia de las especies sobre la faz de la Tierra. Es decir, que maximicen el uso de los recursos en general y minimicen el impacto ambiental de la explotación y residuos de éstos. En este sentido, la economía circular (EC) satisface esa búsqueda y en el caso del agua es una estrategia clave para garantizar la sostenibilidad del planeta y el suministro de este líquido vital de forma global, pero también local para todas las comunidades. No obstante, existen barreras como en cualquier transición. En este documento hacemos un análisis de algunas de estas barreras para el cambio de la economía lineal hacia una economía circular, con la finalidad de brindar un panorama del contexto actual sobre la escasez de agua y dar a conocer algunas prácticas que se pueden adoptar para un mejor manejo del agua en beneficio de las generaciones futuras y permanencia de la biodiversidad.

**Palabras Clave:** Economía circular, agua, sostenibilidad, barreras.

#### **ABSTRACT**

The urgent need to take actions on the adequate management of water in various human (anthropogenic) activities derives from its growing demand along with population growth and has driven the search for new economic models or approaches that guarantee its availability and the permanence of species on the face of the Earth. That is, they maximize the use of resources in general and minimize the environmental impact of their exploitation and waste. In this sense, the circular economy (CE) satisfies this search and in the case of water it is a key strategy to guarantee the sustainability of the planet and the supply of this vital liquid globally, but also locally for all communities. However, there are barriers as in any transition. In this document we analyze some of these barriers to the change from the linear economy to a circular economy, with the aim of providing an overview of the current context regarding water scarcity and to present some practices that can be adopted for a better water management for the benefit of future generations and permanence of biodiversity.

**Keywords:** Circle economy, water, sustainability, barriers.

## **Navegando por la Pandemia: taxonomía de la IA para combatir la COVID-19**

Angélica Guzmán Ponce, Rosa María Valdovinos Rosas

Universidad Jaime I. Instituto Universitario de Nuevas Tecnologías de la Imagen

Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de ingeniería

**Resumen.** La crisis sanitaria mundial provocada por la pandemia de COVID-19 ha dejado una huella indeleble, con consecuencias palpables en los sectores de salud, economía y sociedad. En este escenario, la Inteligencia Artificial (IA) se ha convertido en un recurso vital para combatirla, facilitando desde la detección temprana de casos hasta el desarrollo de tratamientos innovadores y la toma de decisiones informadas. En el presente artículo, se realiza una exploración de los principales algoritmos de IA y su papel decisivo en el combate del virus, enfocándose en sus aplicaciones y algoritmos para la detección, diagnóstico, seguimiento y tratamiento de la enfermedad. Esto muestra cómo la tecnología puede ser útil en el análisis, detección y predicción de la enfermedad.

**Palabras clave.** Inteligencia Artificial, Aprendizaje automático, Deep Learning, COVID-19.

### **La pandemia por COVID-19**

En diciembre de 2019, en Wuhan, provincia de Hubei, China, tuvieron lugar los primeros acontecimientos de la última catástrofe mundial en tema sanitario. Se habían diagnosticado los primeros casos del Síndrome Respiratorio Agudo Severo Coronavirus 2 denominado SARS-CoV-2 por su similitud con el SARS-CoV descubierto en 2003 y hoy conocido por la denominación otorgada por la Organización Mundial de la Salud, COVID-19 [1].

A poco más de 3 años del primer caso de COVID-19 reportado en China, a nivel mundial más de 767 millones de personas han dado positivo al virus y 6.94 millones han muerto a causa de sus complicaciones<sup>1</sup>. Para el 11 de julio de 2023 en México las cifras señalan que han ocurrido más de 330 mil muertes y más de 7.6 millones de casos positivos se han registrado por esta enfermedad<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

<sup>2</sup> <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA CON CIENCIA DE DATOS

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE MEXICO-TOLUCA INTERURBAN TRAIN WITH DATA  
SCIENCE

Osmar David Arellano-Magdaleno, José Luis López-Díaz, Rosa María Valdovinos-Rosas, David Joaquín  
Delgado-Hernández

Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ingeniería.

**Resumen**—El Gobierno Federal de México está construyendo el Tren Interurbano México-Toluca para abordar el desafío de transportar a más de 230 mil personas diariamente entre las ciudades de México y Toluca. Esta construcción comenzó en enero de 2015 y está a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Para evaluar la construcción del tren, diversos estudios se han propuesto, de los cuales, la mayoría son realizados a base de simulaciones debido a la poca disposición de datos reales. En este artículo se realiza el análisis del modelo estructural del tren interurbano México-Toluca al ser sometido a un sismo considerando simulaciones ejecutadas con el programa SAP 2000.

El interés en este estudio se centra en identificar la respuesta estructural en caso de un terremoto de magnitud similar al del 22 de mayo de 1960 en Chile y del 19 de septiembre de 1985 en México, mientras el tren se encuentra en movimiento a una velocidad determinada y transportando 711 personas simultáneamente. Para la investigación se utiliza el lenguaje de programación Python y el software libre WEKA siguiendo el proceso general de ciencia y analítica de conglomerados.

**Palabras Clave**—Tren interurbano, Sismo, Ciencia de datos, Agrupamiento, *Machine learning*.

**Abstract** – The Federal Government of Mexico is building the Mexico-Toluca Interurban Train to address the challenge of transporting more than 230,000 people daily between the cities of Mexico and Toluca. This construction began in January 2015 and is led by the Ministry of Communications and Transportation. To evaluate the construction of the train, various studies have been proposed, most of which are based on simulations due to the limited availability of real data. In this paper, the analysis of the structural model of the Mexico-Toluca interurban train is carried out when subjected to an earthquake considering simulations made with the SAP 2000 program.

The main interest of this study is to identify the structural response in the event of an earthquake, similar in magnitude to that of May 22, 1960, in Chile, and that of September 19, 1985, in Mexico, while the train is moving at a determined speed and transporting 711 people simultaneously. For the research the programming language Python and the free software WEKA are used, following the general process of science and cluster analysis.

**Keywords** – Interurban train, Earthquake, Data science, Clustering, Machine learning.

# Aplicación del Algoritmo Clarke-Wright a un caso de estudio de un sistema de distribución de medicamentos.

IIS José Luis Hurtado Cejudo, M. en I. Gaston Vertiz Camaron, Dr. Javier García Gutiérrez, M. en I. José Concepción López Rivera.

## Abstract

The efficient distribution of medications and medical supplies is of vital importance in the public healthcare sector. In this study, we address this challenge by applying the Clarke- Wright Algorithm to optimize delivery routes from a distribution center located in Toluca to ten hospitals in Mexico City. The algorithm, based on the savings heuristic, aims to reduce transportation costs by consolidating deliveries and minimizing travel distances.

This analysis is based on real demand data, the geographic locations of the hospitals, and vehicle capacity constraints. To achieve this, the algorithm is implemented in a programming environment, and we evaluate its performance in terms of efficiency and cost savings. The results indicate that the application of this optimized approach can provide an effective solution for the distribution of medical supplies in the public healthcare sector, reducing delivery times and operational costs. This study demonstrates the potential of the Clarke-Wright Algorithm as a valuable tool for improving logistics management in the healthcare sector, which can translate into more timely and efficient patient care while conserving resources in a budget-constrained environment.

Keywords— CVRP ( Capacitated Vehicle Routing Problem) , Clarke-Wright heuristic, distribution of medications and medical supplies.

## Resumen

La eficiente distribución de medicamentos y materiales de curación es de vital importancia en el sector de salud pública. En este estudio, abordamos este desafío mediante la aplicación del Algoritmo de Clarke -Wright para optimizar las rutas de entrega desde un centro de distribución ubicado en Toluca hacia 10 hospitales en la Ciudad de México. El algoritmo, basado en la heurística de ahorro, busca reducir los costos de transporte al combinar entregas y minimizar las distancias recorridas.

Este análisis se basa en datos reales de demanda, ubicaciones geográficas de los hospitales y restricciones de capacidad de vehículos. Para tal efecto se implementa el algoritmo en un entorno de programación, y evaluamos su rendimiento en términos de eficiencia y ahorro de costos. Los resultados indican que la aplicación de este enfoque optimizado puede proporcionar una solución efectiva para la distribución de suministros médicos en el sector de salud pública, reduciendo los tiempos de entrega y los costos operativos.

Este estudio demuestra el potencial del Algoritmo de Clarke-Wright como una herramienta valiosa para mejorar la gestión logística en el sector de salud, lo que puede traducirse en una atención más oportuna y eficiente para los pacientes, al tiempo que se reducen los recursos disponibles en un entorno de presupuesto limitado.

Palabras Clave— CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem), heurístico Clarke-Wright,



## “Metodología para la evaluación de operadores logísticos”

Brenda Jazmín Nava Sánchez <sup>1</sup>, José Concepción López Rivera <sup>2</sup>, Lourdes Loza Hernández <sup>3</sup>, Javier García Gutiérrez <sup>4</sup>.

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México. Cerro de Coatepec S/N, Ciudad Universitaria, Universitaria, 50110 Toluca de Lerdo, Méx.

[bnavas001@alumno.uaemex.mx](mailto:bnavas001@alumno.uaemex.mx)<sup>1</sup>, [jclopezr@uaemex.mx](mailto:jclopezr@uaemex.mx)<sup>2</sup>,  
[llozah@uaemex.mx](mailto:llozah@uaemex.mx)<sup>3</sup>, [jgarciag@uaemex.mx](mailto:jgarciag@uaemex.mx)<sup>4</sup>

0009-0008-8740-4898 <sup>1</sup>, 0000-0001-5107-7110 <sup>3</sup>, 0000-0003-2654-5271

4

### RESUMEN

El artículo se centra en la importancia de los operadores logísticos en la cadena de suministro, discute conceptos relacionados con ellos y destaca la relevancia de la calidad del servicio en este contexto. Luego, presenta un enfoque específico en la mejora de los procesos logísticos de una empresa minorista de transporte como un caso de estudio. Se mencionan diversas definiciones y conceptos relacionados con los OL de varias fuentes académicas y se destaca que estas empresas pueden abordar una amplia gama de funciones logísticas, desde el transporte hasta el almacenamiento y la distribución. Se señala la importancia de la selección adecuada de los proveedores logísticos y cómo la calidad del servicio que brindan los OL es fundamental para satisfacer las expectativas de los clientes y para la eficiencia de la cadena de suministro. Se hace referencia al modelo SERVQUAL como una herramienta comúnmente utilizada para medir la calidad del servicio percibida por los clientes. El enfoque está en proponer estrategias y recomendaciones específicas para mejorar los procesos logísticos de una empresa minorista de transporte, con el objetivo de reducir costos operativos y aumentar la satisfacción del cliente. Se espera que este trabajo contribuya al conocimiento en el campo de la logística y sirva como guía para otras empresas que enfrentan desafíos similares en sus operaciones logísticas.

**Palabras clave:** Operadores logísticos, SERVQUAL.

### ABSTRACT

The article focuses on the importance of logistics operators in the supply chain, discusses related concepts, and highlights the relevance of service quality in this context. It then presents a specific approach to improving the logistics processes of a retail transport company as a case study. It mentions various definitions and concepts related to logistics operators from various academic sources and emphasizes that these companies can address a wide range of logistics functions, from transportation to storage and distribution. The importance of the proper selection of logistics providers is highlighted, and how the quality of service provided by logistics operators is crucial to meet customer expectations and for supply chain efficiency. The SERVQUAL model is referenced as a commonly used tool to measure the quality of service perceived by customers. The focus is on proposing specific strategies and recommendations to improve the logistics processes of a retail transport company, with the aim of reducing operational costs and increasing customer satisfaction. It is expected that this work will contribute to knowledge in the field of logistics and serve as a guide for other companies facing similar challenges in their logistics operations.

**Key words:** Logistics operators, SERVQUAL.

# Toma de Decisiones en Agentes Auto´nomos Sobre Bases Neurocient´ificas

por Marco Antonio Ramos Corchado, Vianney Mu˜oz Jim´enez y Jos´e Raymundo Marcial Romero

## La toma de decisiones es un proceso complejo e inevitable

El ser humano ha desarrollado la habilidad de tomar decisiones de acuerdo a la percepci3n del entorno en el que se encuentra. En todos los casos y situaciones la toma de decisiones surge de una necesidad que debe ser atendida para tener una regulaci3n que no afecte la integridad del ser humano. Lo cierto es que, a lo largo de la vida de cada persona la toma de decisiones es constante y fundamental para su desarrollo. Las decisiones que se toman d´a a d´a nos definen como individuos, no obstante, es probable que las decisiones que tomamos sean con base a la gran cantidad de informaci3n que almacenamos en nuestro cerebro incluyendo nuestro ADN.

Los resultados obtenidos del estudio sobre la toma de decisiones llama la atenci3n de investigadores que lo abordan desde diferentes perspectivas. La multidisciplinar ha generado una cantidad inmensa de informaci3n, producto de resultados de las investigaciones sobre el tema. As´ı como el manejo de grandes vol´ımenes de informaci3n, lo que permite predecir una decisi3n ´unicamente observando la actividad cerebral-neuronal. Principalmente el ´area de neurociencias, provee de informaci3n sobre la actividad cerebral y las diferentes ´areas del cerebro que se involucran en el proceso de toma de decisiones.

B´asicamente, una decisi3n es la construcci3n de modelos abstractos que permiten resolver una necesidad para llevar a cabo una elecci3n entre diversas posibilidades. Esto se presenta, por ejemplo, cuando una persona tiene una necesidad que no ha sido atendida, por ende, realiza la acci3n necesaria para cumplir con dicha necesidad y que en algunos casos esta necesidad puede presentarse como un deseo (Smith & Kosslyn, 2008).

A partir de los modelos econ3micos y matem´aticos surgen las primeras teor´ıas sobre la toma de decisiones que se utilizaron para el estudio comportamental, como lo es la teor´ıa de juegos. Dos teor´ıas cl´asicas han tenido una notable influencia en el estudio de la toma de decisiones: la teor´ıa descriptiva y la teor´ıa normativa de elecci3n racional. La teor´ıa descriptiva explica c3mo los seres humanos toman decisiones independientemente si son ´optimas o no. La teor´ıa normativa propone la construcci3n de algoritmos

para optimizar las decisiones, independientemente si ´estas se realizan de forma espont´anea. Ver Tabla 1.

Fundamento	Descripci3n	Ejemplos
Teor´ıa normativa de elecci3n racional	Es aquella que nos dice qu3 es lo que deber´ıamos decidir.	Teor´ıa de la utilidad esperada (Von Neuman). Modelos de maximizaci3n de utilidad.
Teor´ıa descriptiva	Es aquella que se centra en c3mo tomamos las decisiones, y no en c3mo deber´ıamos tomarlas.	Teor´ıa prospectiva. Modelos de racionalidad limitada, estructura y dependencia de la referencia, irracionalidad y heur´ısticas de decisi3n

Tabla 1. Teor´ıas sobre toma de decisiones.

Aunque la mayor parte de las teor´ıas sobre toma de decisiones han surgido principalmente de la investigaci3n realizada por economistas y en menor medida por psic3logos, hoy en d´ıa, este tipo de estudios han recibido considerable atenci3n por parte de neuro3logos, neuropsic3logos, psiquiatras, neurocient´ıficos y neurocomput3logos, contribuyendo con ello a un mejor entendimiento de los procesos que se realizan a nivel del cerebro relacionados con la toma de decisiones.

Las teor´ıas que describen c3mo opera el cerebro humano en las decisiones, se basan frecuentemente en las teor´ıas econ3micas normativas y descriptivas (Chac3n- Novo-Olivas & Carlos, 2015). Estas teor´ıas refieren que el cerebro es capaz de realizar operaciones para encontrar el valor de las opciones disponibles representadas por la actividad de un conjunto de neuronas (Padoa-Schioppa, 2011). Los ´alculos se basan sobre la utilidad esperada, es decir, la utilidad obtenida de un resultado en particular comparado con la probabilidad de que

# LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE UN POLICLÍNICO PARA MEJORAR LA COBERTURA EN SALUD EN EL REPARTO PIEDRA BLANCA DE LA CIUDAD DE HOLGUÍN.

Mirtha Juana Guillén Sánchez<sup>1</sup> y Lourdes Loza Hernández<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México  
Cerro de Coatepec S/N, Toluca, Estado de México 50100.  
<sup>1</sup>mirthaj@gmail.com y <sup>2</sup>llozah@uaemex.mx  
ORCID: <sup>1</sup>0009-0002-6698-9790 y <sup>2</sup>0000-0001-5107-7110

## RESUMEN

El Sistema Nacional de Salud (SNS) de Cuba cuenta con un conjunto de instituciones que tienen la obligación de garantizar el acceso libre e igualitario a todos los programas y servicios de salud y brindar una cobertura al 100% de la población. El nivel primario de salud debe dar solución aproximadamente a 80% de los problemas de salud de la población y ofrecer las acciones de promoción y protección de la salud, el Policlínico es la institución principal del Sistema Nacional de Salud. La dirección provincial de salud de Holguín trabaja en la consolidación de los Policlínicas de la Familia, que propician un acercamiento de los servicios a los núcleos poblacionales. El objetivo del trabajo es ubicar geográficamente un policlínico en el reparto Piedra Blanca, en la ciudad cubana de Holguín. Para el desarrollo de este trabajo se aplica el método Single Facility Location Problem para determinar la localización del Policlínico, que será construido en el reparto Piedra Blanca de la ciudad de Holguín. El Single Facility Location Problem tiene como objetivo principal la minimización de la distancia total recorrida, en el cual se asocia un peso relativo  $W_i$  a cada punto de demanda y la distancia total existente entre el nodo de demanda y el punto de localización de la nueva instalación.

**Palabras clave:** Ubicación de instalaciones  
, Single Facility Location Problem,

## ABSTRACT

The Cuban National Health System (SNS) has institutions that have the obligation to guarantee free and equal access to all health programs and services to 100% of the population. The Cuban SNS guarantees access to comprehensive health services that are provided in outpatient and hospital units. The primary health level should provide solutions to approximately 80% of the population's health problems and offer actions to promote and protect health, The Polyclinic is the main institution of the National Health System. The Holguín Provincial Health Directorate is working on the consolidation of the Family Polyclinics, which promote an approach of services to population centers. The objective of the work is geographically locate a polyclinic in the Piedra Blanca neighborhood, in the Cuban city of Holguín. For the development of this work, the Single Facility Location Problem method is applied to determine the location of the Polyclinic, which will be built in the Piedra Blanca neighborhood of the city of Holguín. The main objective of the Single Facility Location Problem is to minimize the total distance traveled, in which a relative weight  $W_i$  is associated with each demand point and the total distance between the demand node and the location point of the new facility.

**Key words:** Facility Location, Single Facility Location Problem

# ¿Está preparado el tren interurbano México-Toluca para el próximo terremoto? Un análisis basado en el sismo del 19 de septiembre de 2017

José Ángel Romero Ríos, José Juan García Romero, Rosa María Valdovinos Rosas, David Joaquín Delgado Hernández

**Resumen.** La evaluación de la seguridad del tren interurbano México-Toluca ante un próximo sismo es de suma importancia, sobre todo después del devastador terremoto que afectó a México en 2017. Posterior a los sismos, diversos estudios fueron realizados en estructuras ferroviarias en el metro de la Ciudad de México. Algunos de esos estudios tienen la hipótesis en la relación a la posterior tragedia de la línea 12, ya que se cree que causa de este accidente pudo haber sido los sismos del 2017 que debilitaron la unión de las vigas horizontales (trabe) y sumado a la falta de mantenimiento se produjo este accidente.

**Palabras clave.** Tren interurbano, Riesgo, Sismos.

## Introducción

Los sismos son fenómenos naturales donde se libera energía acumulada generando ondas que se propagan a través de la corteza terrestre, causando vibraciones y estragos a lo largo de la historia. La magnitud de los sismos es medida en la escala de Richter con el fin de estimar la energía liberada durante el evento [1]. Estos eventos sísmicos han revelado la importancia de evaluar y fortalecer las estructuras para garantizar la seguridad y reducir los daños. Dentro de la estructura afectada por los sismos están los edificios, las carreteras, los monumentos y en general todas las estructuras civiles.

La estructura caso de estudio en este artículo es la relacionada a aquellas que soportan los trenes, en específico se analiza la estructura del tren interurbano México-Toluca, examinando cómo puede afectar a la estructura un sismo y cómo tomar medidas preventivas para fortalecerla, mejorando la seguridad de los pasajeros.