



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**



**TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CULIACÁN.**

***INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA ESTRATÉGICA PARA EL
CUIDADO DE AGUA: ANÁLISIS DE APLICACIONES EN LA MITIGACIÓN DEL
CONSUMO EXCESIVO DE AGUA***

TOPICOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL 12-13.

DOCENTE: MORA FELIX ZURIEL DATHAN.

CLAVE DE LA MATERIA: GTD2102

NOMBRE DE LOS ALUMNOS:

- BÓRBON SÁNCHEZ EDGAR - 16171301
- MILLÁN LÓPEZ ANA KAREN - 20170985

UNIDAD: 1

ACTIVIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL E IMPACTO AMBIENTAL.

CULIACÁN, SINALOA.

Contenido

Introducción.....	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Justificación.....	4
Alcance	4
Desarrollo	5
El Problema del Desperdicio de Agua en el Riego Agrícola	5
La Solución: Riego Inteligente Impulsado por Inteligencia Artificial	5
Impacto y Casos de Éxito	6
Agenda	6
Conclusiones.....	7
Referencias	8

Introducción

El consumo excesivo de agua representa una de las crisis ambientales más preocupantes a nivel global y nacional. En México, la situación es particularmente crítica. El país enfrenta un creciente problema en el tema del agua, con cerca del 52% de su territorio en climas áridos o semiáridos y un aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías. El problema es que estamos usando el agua tan rápido que estamos dejando los acuíferos subterráneos secos. De hecho, en 2014 ya teníamos 106 de ellos catalogados como sobreexplotados.

El análisis de la distribución del agua revela que el problema se concentra en dos sectores clave. El **sector agropecuario** es el mayor consumidor, utilizando el 76% del agua, pero con pérdidas de hasta el 60% debido a sistemas de riego obsoletos y métodos tradicionales ineficientes. Le sigue el **sector de abastecimiento público urbano**, que, a pesar de consumir un 15% del total, sufre pérdidas de hasta el 50% por fugas en infraestructuras de distribución envejecidas. Esta ineficiencia, tanto en el campo como en la ciudad, resulta en una crisis que no es solamente de escasez natural, sino un fallo en la gestión de la demanda.

Es aquí donde la inteligencia artificial aparece como una propuesta, una posible solución tecnológica con el potencial de transformar radicalmente la gestión del agua, ofreciendo herramientas para una optimización precisa y una toma de decisiones basada en datos.

Objetivo General

Analizar posibles implementaciones de la inteligencia artificial para resolver problemas relacionados con el medio ambiente, enfocándonos específicamente en resolver problemas relacionados al consumo excesivo del agua en México.

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar la crisis de agua en México, identificando los sectores de mayor consumo y las causas de ineficiencia en el uso del agua.
2. Analizar la arquitectura tecnológica y las aplicaciones de la inteligencia artificial en la agricultura de precisión para la optimización del riego, evaluando la viabilidad y los resultados de casos de estudio específicos.

3. Investigar el uso de algoritmos de *Machine Learning* para la detección predictiva de fugas y la gestión optimizada de las redes de distribución de agua.
4. Proponer futuras líneas de investigación y recomendaciones estratégicas para avanzar hacia un modelo de gestión hídrica más integrado, resiliente y sostenible, asistido por inteligencia artificial.

Justificación

Esta investigación es necesaria por la urgencia de la crisis de agua en **México**, un problema de seguridad nacional que amenaza el desarrollo económico, la producción de alimentos y el bienestar social. La sobreexplotación, las pérdidas masivas en los sectores agrícola y urbano, y la creciente variación climática demandan un cambio de modelo desde una gestión tradicional hacia un enfoque proactivo, eficiente y basado en datos.

La inteligencia artificial ofrece un conjunto de herramientas tecnológicas con gran potencial para abordar este desafío. Su capacidad para analizar grandes cantidades de datos en tiempo real, predecir patrones, optimizar la asignación de recursos y automatizar la toma de decisiones puede generar ahorros significativos de agua y energía. Investigar y analizar estas implementaciones es crucial para entender no solamente su viabilidad técnica, sino también los modelos de negocio y las políticas públicas necesarias para escalar su adopción y maximizar su impacto.

Alcance

Este trabajo se enfoca en el análisis de las aplicaciones de la inteligencia artificial para mitigar el consumo excesivo de agua. El estudio se concentra en los dos sectores de mayor consumo e ineficiencia: el sector agrícola y el de abastecimiento público urbano. En el ámbito agrícola, se examinan las tecnologías de agricultura de precisión, la teledetección y los algoritmos de *Machine Learning* para la optimización del riego, analizando los casos de estudio del programa **CARLOTA** de **Bayer** y la plataforma **Ag-Tech** de **Kilimo**. En el sector urbano, el análisis se concentra en la aplicación de diversos algoritmos de *Machine Learning* para la detección predictiva de fugas en la infraestructura de distribución. El alcance de la investigación incluye la identificación de qué cosas impiden que estas tecnologías se usen más, y sugerimos ideas para futuras investigaciones.

Desarrollo

El Problema del Desperdicio de Agua en el Riego Agrícola

El sector agropecuario es el mayor consumidor de agua en México, tomando el 76% del total, pero también es la principal fuente de ineficiencia. La raíz del problema reside en la persistencia de métodos de riego tradicionales, como el riego por inundación o por surcos, que se utilizan en más del 80% de la superficie de riego del país. Estos métodos obsoletos provocan pérdidas de agua por evaporación e infiltración que se encuentran entre el 40% y el 60%.

Esto significa que más de la mitad del agua extraída para la agricultura nunca llega a ser aprovechada por los cultivos. Las causas de esta ineficiencia son variadas, incluyendo la falta de una planificación y diseño adecuados, instalaciones deficientes de la infraestructura que generan fugas y la falta de capacitación técnica del personal. Este paradigma de alta pérdida no solo agota los recursos hídricos, sino que también degrada los suelos y contamina los cuerpos de agua.

La Solución: Riego Inteligente Impulsado por Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial está revolucionando la agricultura a través del "*riego inteligente*", una solución innovadora que optimiza el uso del agua con gran precisión. Este enfoque transforma la gestión del riego de una práctica basada en estimaciones a una operación dinámica y basada en datos, con el objetivo de aplicar la cantidad exacta de agua, en el momento y lugar adecuados.

La arquitectura de estos sistemas se compone de *tres* capas fundamentales:

1. **Adquisición de Datos:** La base del sistema es una red de sensores que recopila datos en tiempo real directamente del campo. Sensores de humedad del suelo, estaciones meteorológicas locales y otros dispositivos miden variables clave como la temperatura, la radiación solar y las necesidades específicas de cada zona del cultivo. Esta capa se complementa con tecnologías de teledetección, como imágenes satelitales y drones con cámaras, que proporcionan una visión a gran escala de la salud de los cultivos y permiten detectar problemas antes de que sean visibles.
2. **Análisis Predictivo:** La verdadera inteligencia reside en las plataformas de IA que procesan los enormes volúmenes de datos recopilados. Utilizando algoritmos de *Machine Learning*, el sistema analiza los datos de los sensores, las imágenes satelitales y los pronósticos meteorológicos para identificar patrones complejos. Con esta información, la IA construye modelos predictivos que calculan con alta precisión la demanda futura del cultivo. Esto

permite a los agricultores pasar de un modelo reactivo (regar cuando la planta muestra estrés) a uno proactivo (regar para prevenir el estrés), evitando tanto el riego insuficiente como el excesivo.

3. **Acción y Automatización:** El resultado final es la generación de recomendaciones de riego más precisas. En los sistemas más avanzados, la plataforma de IA no solo recomienda, sino que actúa, controlando automáticamente las válvulas, bombas y todo el sistema de riego para aplicar la cantidad de agua calculada sin necesidad de intervención manual constante.

Impacto y Casos de Éxito

La implementación de sistemas de riego inteligentes basados en IA ha demostrado ahorros de agua de hasta un 40% en comparación con métodos tradicionales. En México, el programa **CARLOTA** de *Bayer* utiliza *big data* y algoritmos para optimizar el proceso, logrando un ahorro de más de 14 millones de metros cúbicos de agua y permitiendo a los agricultores reducir su consumo en un 20%.

Otro ejemplo es *Kilimo*, con su plataforma **Ag-Tech** que no solo optimiza el riego mediante IA, sino que ha creado un modelo de negocio donde las empresas pagan a los agricultores por el agua que ahorran, creando un incentivo económico directo para la conservación. En un proyecto en Chile, su tecnología logró una reducción del 13% en el uso del agua, ahorrando 1.5 millones de metros cúbicos en tres años.

Estos casos demuestran que la IA es una herramienta viable y efectiva para combatir el desperdicio de agua en la agricultura, mejorando la sostenibilidad y la productividad del sector.

Agenda

Fase	Actividad	Detalles	Tiempo Estimado
I. Solución para el Sector Agrícola	Riego Inteligente con IA	Analizar cómo la IA usa sensores y datos para optimizar el riego.	1-2 semanas
	Casos de Éxito	Estudiar los resultados de programas como Carlota (Bayer) y Kilimo.	1 semana
II. Solución para el Sector Público Urbano	Detección Predictiva de Fugas	Investigar el uso de Machine Learning para encontrar fugas en la red de agua.	3-4 semanas

	Modernización de la Infraestructura	Proponer el uso de sensores y tecnología para mejorar las redes de agua.	2-3 semanas
III. Estrategia y Futuro	Identificación de Barreras	Analizar los problemas que impiden adoptar estas tecnologías (costos, falta de infraestructura, etc.).	4-6 semanas
	Recomendaciones Estratégicas	Sugerir nuevas políticas, modelos de negocio e ideas para futuras investigaciones.	2 semanas
IV. Conclusión y Presentación	Evaluación del Impacto	Resumir el potencial de ahorro de agua y energía con la IA.	1-2 semanas
	Comunicación de la Solución	Preparar una presentación clara de los hallazgos y propuestas.	1 día

Conclusiones

A pesar del enorme potencial de la inteligencia artificial para revolucionar la gestión del agua, su implementación a gran escala enfrenta una serie de desafíos técnicos, económicos y sociales significativos. La base de cualquier sistema de IA eficaz es el acceso a datos de alta calidad, y este sigue siendo uno de los mayores obstáculos, especialmente en contextos con infraestructura de monitoreo limitada.

La falta de datos históricos, consistentes y etiquetados dificulta el entrenamiento de modelos precisos. A esto se suman barreras socioeconómicas como los altos costos de inversión inicial en sensores y software, y la escasez de personal capacitado para operar estos sistemas complejos.

Pero incluso considerando las negativas, está más que comprobado que a largo plazo implementar un buen modelo de inteligencia artificial beneficiaría de manera enorme el proceso, resultando en un mejor manejo de la cantidad de agua que se emplea durante el proceso. La realidad es que el agua es un recurso limitado, y cada esfuerzo, por más pequeño o laborioso, si nos permite reducir el nivel de agua desperdiciada, vale la pena invertir recursos en ello.

Los hallazgos de esta investigación confirman que la inteligencia artificial es un conjunto de herramientas viables y potentes con un impacto considerable demostrado en la optimización del uso del agua.

Referencias

1. Staff, I. (2025, March 22). Situación del agua en México. IMCO. <https://imco.org.mx/situacion-del-agua-en-mexico/>
2. Estrés hídrico y sus principales causas en México - Grupo BMV. https://www.bmv.com.mx/docs-pub/eventoca/eventoca_1359188_2.pdf
3. El agua en México - Comisión Nacional del Agua | Gobierno, accessed. <https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EL-AGUA-EN-MEXICO.pdf>
4. Salvador, D. G. C. E. N. F. R. R. G. J. C. R. (n.d.). Problemáticas económicas del agua en México. Ciencia UNAM. <https://ciencia.unam.mx/leer/775/problematicas-economicas-del-agua-en-mexico>
5. C 2023/2 - El estado de la alimentación y la agricultura: Gestión integrada de los recursos hídricos - FAO Knowledge Repository. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/beed00a6-0caf-42f9-8fd9-fedc2a5cb19b/content>
6. Ayati, A. H., Haghighi, A., & Ghafouri, H. R. (2022). Machine learning–assisted model for leak detection in water distribution networks using hydraulic transient flows. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 148(2), 04021104.
7. White & Case LLP. (2025, March 25). AI in water management: Balancing innovation and consumption. <https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/ai-water-management-balancing-innovation-and-consumption>
8. P-Themes. (n.d.). Errores comunes en el Diseño de riego. Agrocit. <https://agrocit.mx/blogs/riego-agricola/errores-comunes-en-el-diseno-de-riego>
9. Redalyc. Problemas operativos en el manejo del agua en distritos de riego. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320215.pdf>
10. Consecuencias de un mal sistema de riego. (n.d.). Viga Innovación Hidráulica. <https://www.vigaferreteria.com/blog/consecuencias-de-un-mal-sistema-de-riego/>
11. De La Iglesia, E. D. (2025, May 27). Riego Inteligente con Inteligencia Artificial. AgroTech Campus. <https://agrotechcampus.com/blog/riego-inteligente-con-inteligencia-artificial/>

12. Cherlinka, V. (2025, September 2). Uso del agua en la agricultura con métodos sostenibles. EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/uso-del-agua-en-agricultura/>
13. LastName, U. (2025, February 3). Uso de inteligencia artificial en el campo mexicano: Innovaciones. Sembrando México. <https://sembrandomexico.com.mx/uso-de-inteligencia-artificial-en-el-campo-mexicano-innovaciones-para-mejorar-la-produccion-agricola/>
14. Ye, Z., Yin, S., Cao, Y., & Wang, Y. (2024). AI-driven optimization of agricultural water management for enhanced sustainability. Scientific Reports, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76915-8>
15. Sánchez, M. (2024, December 20). Agua inteligente: la revolución de la IA en los campos agrícolas. Hablemos Del Campo. <https://www.hablemosdelcampo.com/agua-inteligente-la-revolucion-de-la-ia-en-los-campos-agricolas/>
16. article. (2025, July 29). Mexico Business. <https://mexicobusiness.news/sustainability/news/bayer-mexico-sees-tech-path-farm-sustainability>
17. Bayer. (2025, June 23). Innovative solutions for water management in Mexican agriculture. World Agri-Tech Mexico 2025. <https://www.worldagritechmexico.com/articles/innovative-solutions-water-management-mexican-agriculture>
18. How this innovative model is helping improve water security in Latin America. (2025, July 18). World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2023/04/this-climate-compensation-model-links-corporations-with-farmers-to-improve-water-security-in-latin-america/>
19. Lucia. (2025, April 10). Microsoft y Kilimo: Inteligencia Artificial para un Riego Más Eficiente en Chile. Kilimo. <https://kilimo.com/microsoft-y-kilimo-inteligencia-artificial-para-un-riego-mas-eficiente-en-chile/>