

Inteligencia Artificial para la adaptación al cambio climático en el sector agua peruano: aprendizajes desde Estados Unidos en predicción de calidad de agua y análisis de reportes con LLMs	
Guillermo Vizarreta-Luna ^a , Steven Conrad ^a	
FILIACIONES a. Departamento de Ingeniería de Sistemas. Colorado State University.	CORREOS DE AUTORES gviza@colostate.edu Steve.Conrad@colostate.edu

CONTENIDO

La gestión del agua se ha basado históricamente en el supuesto de estacionariedad: la idea de que las condiciones naturales fluctúan dentro de un rango histórico predecible. Bajo este supuesto se han diseñado y operado las plantas de tratamiento, redes de distribución e infraestructura hídrica en general. Sin embargo, el cambio climático está quebrando esa estacionariedad: la mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos genera condiciones que ya no se ajustan a los patrones históricos, exigiendo nuevas herramientas de predicción y decisión que sirvan para la adaptación. Paralelamente, las empresas de agua y municipalidades manejan grandes volúmenes de documentación técnica y regulatoria que rara vez se analizan a profundidad debido a personal limitado y a inconsistencias propias de la codificación manual. La Inteligencia Artificial (IA) emerge como una herramienta clave para enfrentar ambos desafíos. Esta presentación adopta un enfoque práctico que desmitifica qué es la IA, qué requiere para funcionar y cómo apoya al especialista, discutiendo los beneficios potenciales y requerimientos técnicos para su aplicación en empresas de agua y municipalidades del Perú.

El primer caso, desarrollado con una empresa de agua de Estados Unidos, aplica modelos de Machine Learning (Redes Neuronales Artificiales y Random Forest) integrando datos históricos de calidad de agua y registros meteorológicos del río de captación para predecir Carbono Orgánico Total antes de su ingreso a la planta de tratamiento, como sistema de alerta temprana. El segundo caso, también desarrollado con una empresa de agua estadounidense, explora el potencial de human-AI teaming mediante Large Language Models (LLMs) usando modelos de OpenAI (GPT-4o, GPT-4o-mini, o1-mini), chunking de texto y prompts localizados con libros de codificación cualitativa diseñados con conocimiento de expertos, para clasificar reportes de calidad de agua y medir el nivel de acuerdo entre los LLMs y humanos. La presentación enfatiza un uso responsable de la IA, evitando sobreexpectativas y reconociendo sus límites como herramienta de apoyo, no de reemplazo, al especialista.

Guillermo Vizarreta-Luna (Presentador)

Environmental Engineer from Universidad Nacional Agraria La Molina (Peru), with a Master of Science in Systems Engineering from Colorado State University (United States) and a Postgraduate Diploma in Environmental Management for Developing Countries from Technische Universität Dresden (Germany). Fulbright Scholar, UNEP/UNESCO/BMUV Fellow, and RENACYT-qualified researcher (CONCYTEC, Peru). His work integrates Water Systems Engineering, Data Science, Environmental Science, Machine Learning, and Generative AI to extract meaningful insights from complex datasets, supporting water utility decision-making and watershed conservation under climate change uncertainty. His research focuses on IoT and AI for water quality prediction, Large Language Models for environmental documentation analysis, and human-AI teaming approaches.

Steve Conrad (Co-author and academic advisor)

Dr. Steve Conrad is a faculty member in the Department of Systems Engineering at Colorado State University, with over 25 years of research and consulting experience in the water and energy industry. His work integrates social and engineering sciences to inform decision-making in water systems management, with research lines in the water-energy nexus, applications of Artificial Intelligence in the built environment, the human dimensions of engineering, and sustainable systems engineering. He previously

led the Future Waters Research Excellence Cluster at the University of British Columbia and served as Associate Director of the Pacific Water Research Centre at Simon Fraser University. Dr. Conrad has served on the Board of Directors of the American Water Works Association (AWWA) and chaired industry committees on energy management, climate change, and risk and resilience.

REFERENCIAS (Guillermo Vizarreta-Luna)**Publicaciones (peer-reviewed)**

- Castro-Hinostroza, N., Mestanza Novoa, C. J., Vizarreta-Luna, G., Gutiérrez Vélchez, P. P., Guerrero Barrantes, J. A., Nazario Ríos, J. C., & Tello Peramás, L. D. (2024). Spatial distribution of lead in the urban soil of Callao, Peru. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 40, 423–436. <https://doi.org/10.20937/RICA.54942>
- Rodriguez, J., Sanan, O., Vizarreta-Luna, G., & Conrad, S. A. (2026). Text Chunking in Human-AI Teaming of Document Classification for Urban Systems Management Using Large Language Models. *IET Smart Cities* (Wiley): e70023. <https://doi.org/10.1049/smc2.70023>

Presentaciones en congresos internacionales

- Conrad, S. A., Rodriguez, J., & Vizarreta-Luna, G. (2025). Human-AI teaming for water quality documentation analysis with large language models. In *Proceedings of the 13th World Congress on Water Resources and Environment (EWRA 2025)*, Palermo, Italy.
- Vizarreta-Luna, G., & Conrad, S. A. (2025). AI predictive water quality states for Denver Water, your future water quality advisor or not? *AWWA Annual Conference & Exposition (ACE 2025)*, American Water Works Association.
- Vizarreta-Luna, G., & Conrad, S. A. (2024). AI/ML tools for early decision-making in managing non-stationarity water quality states in water system operations. *American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2024*, Colorado State University, Department of Systems Engineering.

PALABRAS CLAVES	Inteligencia Artificial	calidad de agua	LLMs	gestión del agua
------------------------	-------------------------	-----------------	------	------------------