

# Uso de Técnicas de Explotación de Información para Análisis de Similitudes y Diferencias entre las Aguas del Río de la Reconquista y Matanza-Riachuelo

Carlos Gustavo Lopez  
gustavolopez@uno.edu.ar

Enrique Fernandez  
enfernandez@uno.edu.ar

Marcelo Fabián Esperanza  
maresperanza9@hotmail.com

Martin Pastorini  
mpastorini@uno.edu.ar

Elda Melania Valenzuela  
valenzuelamelania2023@gmail.com

María Alejandra Ochoa  
mochoa@uno.edu.ar

Universidad Nacional del Oeste

Instituto de Ingenierías y Nuevas Tecnologías  
Especialidad en Ciencia de Datos

## Introducción

La contaminación de algunos recursos hídricos es mayor de lo esperado para un país que se encuentra en etapa de desarrollo como es Argentina. Este hecho es uno de los problemas percibidos en el Plan Nacional Federal de Recursos Hídricos (PNFRH), que tiene como uno de sus objetivos “reducir y prevenir la contaminación de los recursos hídricos, y proteger y preservar los ecosistemas vinculados a los mismos”. Si bien los recursos hídricos se ven degradados a lo largo de todo su curso, puede distinguirse el tipo de contaminación de acuerdo a la altura de su cuenca. Así, por ejemplo, encontramos ríos cuya contaminación varía de acuerdo al siguiente esquema:

- En la cuenca alta, las aguas se encuentran afectadas por la contaminación de origen agrícola.
- En la cuenca media, se evidencia una degradación progresiva de la calidad del agua con aumento del grado de afectación de las aguas, por el mayor aporte de vertidos de sustancias contaminantes de origen domiciliario e industrial.
- En la cuenca baja, las aguas del río se encuentran severamente degradadas debido al aporte acumulado de contaminantes vertidos en toda la cuenca y por los vertidos de contaminantes de origen domiciliario e industrial.

La evaluación de la salud ecosistémica de la Cuenca Matanza Riachuelo se fundamenta, entre otros procedimientos, en un esquema de monitoreo estacional ejecutado por ACUMAR. Este diseño experimental busca capturar la variabilidad fisicoquímica y microbiológica relacionada a los ciclos hidrológicos anuales, con el objetivo de determinar la evolución cronológica del cuerpo de agua y la eficacia de las medidas de remediación. Los datos obtenidos en estas campañas de campo son procesados, informados y publicados de forma abierta, además sirven como insumo para el cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA). El ICA funciona como un indicador que agrega múltiples parámetros complejos (tales como Oxígeno Disuelto, DBO5, metales pesados y nutrientes) en un valor adimensional, permitiendo categorizar el estado ecológico del recurso en una escala preestablecida.

## Líneas de Investigación y Desarrollo

Desde una perspectiva metodológica, la investigación se apoya en la integración y armonización de datos heterogéneos, combinando datos primarios del Río Reconquista generados por la Universidad Nacional del Oeste mediante muestreos y análisis en laboratorio, y datos secundarios de acceso público elaborados por ACUMAR para la cuenca Matanza-Riachuelo, disponibles en su portal de datos abiertos y en su Base de Datos Hidrológicos.

En el plano del desarrollo, se contempla la construcción de un pipeline reproducible para: depuración (control de calidad), tratamiento de valores faltantes, normalización de unidades, estandarización de variables y generación de indicadores derivados, con el objetivo de asegurar la comparabilidad entre campañas, estaciones y puntos de muestreo. Este enfoque resulta consistente con prácticas actuales de análisis multivariado en monitoreo de calidad de agua, donde la multidimensionalidad de los parámetros exige procedimientos sistemáticos de preparación y validación del dato. [mdpi.com]

En cuanto a las técnicas analíticas, el estudio incorporará:

1. Análisis descriptivo y exploratorio para caracterizar distribuciones, variabilidad y tendencias preliminares de los parámetros fisicoquímicos y/o microbiológicos considerados.
2. Análisis de correlación (p. ej., Pearson o Spearman, según supuestos) para identificar asociaciones entre variables, detectar colinealidad y explorar relaciones potencialmente indicativas de procesos comunes (por ejemplo, co-variación entre nutrientes, demanda de oxígeno y sólidos). Este tipo de análisis es habitual como paso previo y complementario en estudios multivariados de calidad de agua.
3. Análisis multivariado para reducción de dimensionalidad y extracción de patrones:
  - Análisis de Componentes Principales (PCA) para sintetizar la variabilidad explicada por múltiples parámetros y facilitar la comparación global entre sitios/cuencas, técnica ampliamente usada en evaluación de calidad de agua.
  - Análisis de conglomerados (Cluster Analysis / HCA o k-means) para agrupar estaciones o períodos en función de similitud multivariada y detectar segmentos con perfiles de contaminación comparables.
  - (Opcional, según disponibilidad de variables) Análisis discriminante / análisis factorial para identificar subconjuntos de parámetros con mayor capacidad de separar grupos espaciales/temporales, tal como se reporta en estudios recientes sobre ríos con monitoreos extensos.

Finalmente, los resultados se orientarán a producir evidencia empírica y trazable para el diagnóstico comparativo de ambas cuencas, aportando insumos analíticos para el diseño de estrategias de monitoreo y gestión ambiental basadas en datos, en línea con recomendaciones contemporáneas sobre el uso de métodos multivariados en el análisis de calidad de agua.

## Bibliografía

- Carlos Gustavo Lopez, Enrique Fernandez, Marcelo Fabián Esperanza, Martín Pastorini, Natanael Ferrán. 2024. Simulador de Ensayos de Laboratorio para Análisis de Calidad del Agua. Proceedings XXVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. ISBN 978-987-3984-85-3
- Carlos Gustavo Lopez, Enrique Fernandez, Marcelo Fabián Esperanza, Martín Pastorini, Natanael Ferrán. María Alejandra Ochoa. 2024. Contrastación de Métodos de Simulación para Ampliar Evidencias con Vistas a Desarrollar un Proceso de Minería de Datos (Un Testigo Basado en los parámetros del Índice de Calidad del Agua). XXX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC). ISBN: 978-950-34-2428-5
- Carlos Lopez, Enrique Fernandez, Natanael Ferrán, Martín Pastorini, Nicolás Coronel, Marcelo Esperanza; “Análisis del Río de la Reconquista”; Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Nro. 149; ISSN 0328 2937; octubre 2023
- Castilla V., Canevaro, S., López, B.. Migración, degradación ambiental y percepciones del riesgo en la cuenca del río (Buenos Aires, Argentina), Revista de Estudios Sociales [En línea], 76 | 01 abril de 2021, Publicado el 04 abril 2021, consultado el 15 julio 2022. URL: <http://journals.openedition.org/revestudsoc/49626>
- Rodríguez, A. (Coord.). (2008). Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos de la República Argentina. Ediciones Gráficas Especiales Consejo Hídrico Federal. Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos. 2007
- ACUMAR, Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo, [https://www.acumar.gob.ar/wp-content/uploads/2016/12/CDCA\\_ACUMAR\\_INFO\\_AGUA\\_abril-2022\\_completo-web-con-anexos\\_compressed.pdf](https://www.acumar.gob.ar/wp-content/uploads/2016/12/CDCA_ACUMAR_INFO_AGUA_abril-2022_completo-web-con-anexos_compressed.pdf) Accesed 2022.
- ACUMAR. Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo. *Redes de Monitoreo de Agua* [Dataset]. Portal de Datos Abiertos ACUMAR. 2025.
- Benkov, I., Varbanov, M., Venelinov, T., & Tsakovski, S. Principal Component Analysis and the Water Quality Index—A Powerful Tool for Surface Water Quality Assessment: A Case Study on Struma River Catchment, Bulgaria. *Water*, 15(10), 1961. 2023.
- Ding, H., Niu, X., Zhang, D., Lv, M., Zhang, Y., Lin, Z., & Fu, M. Spatiotemporal analysis and prediction of water quality in Pearl River, China, using multivariate statistical techniques and data-driven model. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 63036–63051. 2023.
- Maiolo, M., & Pantusa, D. Multivariate Analysis of Water Quality Data for Drinking Water Supply Systems. *Water*, 13(13), 1766. 2021.
- Souza, A. T., Carneiro, L. A. T. X., Silva Junior, O. P., Carvalho, S. L., & Américo-Pinheiro, J. H. Assessment of water quality using principal component analysis: a case study of the Marrecas stream basin in Brazil. *Environmental Technology*. 2020.
- Liu, J., Zhang, D., Tang, Q., Xu, H., Huang, S., Shang, D., & Liu, R. Water quality assessment and source identification of the Shuangji River (China) using multivariate statistical methods. *PLOS ONE*, 16(1), e0245525. 2021.
- Muniz, D. H. F., & Oliveira-Filho, E. C. (2023). Multivariate Statistical Analysis for Water Quality Assessment: A Review of Research Published between 2001 and 2020. *Hydrology*, 10(10), 196. 2023.