



Análisis fisicoquímico de dos manantiales en el Valle del Mantaro para el consumo humano

Omar Antesano Chavez*
Nataly Zavala Figueroa**

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo determinar las características fisicoquímicas de 02 manantiales en el Valle del Mantaro, destinados para el consumo humano, 2023, el problema planteado fue ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de 02 manantiales en el Valle del Mantaro, destinados para el consumo humano, 2023?, para lo cual se seleccionó 02 manantiales que fueron monitoreados in situ: el primero denominado manantial "Matapuquio" en el distrito de Ahuac en la ciudad de Chupaca con las coordenadas 12°05'04"S 75°19'37"W, el segundo denominado "Chacrampa" en Distrito de Sincos - en la ciudad de Jauja con las coordenadas 11°54'09"S 75°24'14"W. Se concluyó en cuanto a TDS (partes por millón) que las muestras evaluadas en ambos manantiales según la OMS estiman el mínimo aceptable entre 300 ppm y 900ppm, en el caso de las 12 muestras se encuentran dentro de los parámetros considerando las fuentes como "excelente". En las mediciones de pH considerando los valores mínimos aceptables entre 6.5 y como máximo 8.5, en las 12 muestras se encuentran dentro de los parámetros, denominando las fuentes como ligeramente alcalinas con un promedio de 8 de pH, pero aptas para el consumo humano en este aspecto. Finalmente, en cuanto a la conductividad considerando un mínimo aceptable de es 0.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y como máximo 1.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, al respecto en las 12 muestras se encuentran dentro de los valores considerándolas dentro de los parámetros y adecuada para el consumo humano en esta variable.

Palabras clave: Agua, manantial, Valle del Mantaro, TDS, Conductividad, Ph.

Physicochemical analysis of two springs in the Mantaro Valley for human consumption

Abstract

The objective of this study was to determine the physicochemical characteristics of 02 springs in the Mantaro Valley, destined for human consumption, 2023, the problem posed was: What are the physicochemical characteristics of 02 springs in the Mantaro Valley, destined for human consumption? human, 2023?, for which 02 springs were selected that were monitored in situ: the first called "Matapuquio" spring in the district of Ahuac in the city of Chupaca with the coordinates 12°05'04"S 75°19'37 "W, the second called "Chacrampa" in the District of Sincos - in the city of Jauja with the coordinates 11°54'09"S 75°24'14"W. It was concluded in terms of TDS (parts per million) that the samples evaluated in both springs according to the WHO estimate the acceptable minimum between 300 ppm and 900ppm, in the case of the 12 samples they are within the parameters considering the sources as "excellent". ". In the pH measurements considering the minimum acceptable values between 6.5 and a maximum of 8.5, in the 12 samples they are within the parameters, denominating the sources as slightly alkaline with an average pH of 8, but suitable for human consumption in this aspect. Finally, regarding the conductivity considering an acceptable minimum of 0.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and a maximum of 1.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, in this regard in the 12 samples they are within the values considering them within the parameters and suitable for human consumption in this variable

Keywords: Water, spring, Mantaro Valley, TDS, Conductivity, pH.

Recibido: 30-11-2023**Aceptado: 20-01-2024**

*Filiación: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería Industrial

**Filiación: Universidad Franklin Roosevelt. Huancayo, Perú

Datos de los autores:

Omar Antesano Chavez. Magíster en Educación con mención en Enseñanza Estratégica por la Universidad Nacional del Centro de Perú. Correos: oantesano@utp.edu.pe. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6833-7070>.Nataly Zavala Figueroa. Maestra en Ingeniería de Sistemas por la Universidad Nacional del Centro de Perú, correo: nzavala@uroosevelt.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7940-6369>

Introducción

El acceso a agua potable y de calidad es fundamental para la salud y el bienestar de la población. En el Valle del Mantaro, en la región Junín, se encuentran varios manantiales que abastecen de agua a las comunidades locales, para el presente estudio se focalizaron 2 que fueron el manantial de Matapuquio ubicado en el Distrito de Ahuac- Chupaca y el manantial "Chacrapampa" ubicado en Sincos, sin embargo, es necesario realizar un análisis fisicoquímico de estos manantiales para determinar si su agua cumple con los estándares establecidos para el consumo humano. En este estudio, se realizó un análisis comparativo de dos manantiales del Valle del Mantaro, considerando los parámetros de sólidos disueltos totales (TDS), pH y conductividad eléctrica (Antesano et al., 2023; Torres & Chávez, 2023; Nunes et al., 2023; Villagómez, 2023).

Figura 1.

Zona de origen del manantial de "Matapuquio"



Nota: Zona donde se ha erigido una capilla a manera de resguardo

En cuanto a la medición de los sólidos disueltos totales (TDS se refieren a la concentración de sales, minerales y otros compuestos disueltos en el agua. Este parámetro es importante para evaluar la calidad del agua, ya que altos niveles de TDS pueden indicar la presencia de contaminantes. Se realizaron mediciones de TDS en ambos manantiales y se compararon los resultados con los estándares establecidos para el consumo humano (Alcca Chahuare, 2023; Challco Jimenez, 2023).

El pH es una medida de acidez o alcalinidad del agua. Es un parámetro crítico, ya que el agua con un pH fuera del rango adecuado puede tener efectos negativos en la salud. Se tomaron muestras de agua de los manantiales y se midió su pH utilizando un medidor de pH. Los resultados se compararon con los límites aceptables para el consumo humano (Bouchaou et al., 2002; Gonzales Saenz et al., 2023; Méndez, 2023).

Figura 2.

Toma del manantial "Matapuquio"



Nota: Zona de libre acceso y consumo de la población

Por otro lado, la conductividad eléctrica del agua es una medida de su capacidad para conducir corriente eléctrica. Este parámetro está relacionado con la presencia de sales disueltas en el agua. Una alta conductividad eléctrica puede indicar la presencia de contaminantes y afectar la calidad del agua potable. Se medirá la conductividad eléctrica en ambos manantiales y se compararon los resultados con los estándares establecidos.

El análisis fisicoquímico de los dos manantiales del Valle del Mantaro ha proporcionado información importante sobre la calidad del agua para consumo humano. Los resultados obtenidos para los parámetros de TDS, pH y conductividad eléctrica nos permiten evaluar si el agua de los manantiales cumple con los estándares establecidos.

Si los niveles de TDS, pH y conductividad eléctrica se encuentran dentro de los rangos aceptables, podemos considerar que el agua de los manantiales es adecuada para el consumo humano. Sin embargo, si se encuentran valores fuera de los límites, será necesario tomar medidas para mejorar la calidad del agua, como implementar tratamientos de purificación o buscar fuentes alternativas de abastecimiento (Humphrey et al., 2023; Miguel & González, 2022; Nunes et al., 2023).

Es importante destacar la importancia de realizar análisis regulares para monitorear la calidad del agua y garantizar la salud de la población. Además, se deben promover prácticas de conservación y protección de los recursos hídricos para preservar la calidad del agua en el Valle del Mantaro y en cualquier otra región. Se tuvo como problema principal, ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de 02 manantiales en el Valle del Mantaro, destinados para el consumo humano, 2023?, este fue el problema que guía el presente estudio y como objetivo determinar las características fisicoquímicas de 02 manantiales en el Valle del Mantaro, destinados para el consumo humano, 2023.

Materiales y método

El área de estudio fueron 02 manantiales: el primero denominado "Matapuquio" en el distrito de Ahuac en la ciudad de Chupaca con las coordenadas 12°05'04"S 75°19'37"W, el segundo denominado "Chacrampa" en Distrito de Sincos – en la ciudad de Jauja con las coordenadas 11°54'09"S 75°24'14"W

Figura 3.

Ubicación referencial del manantial "Chacrampa"

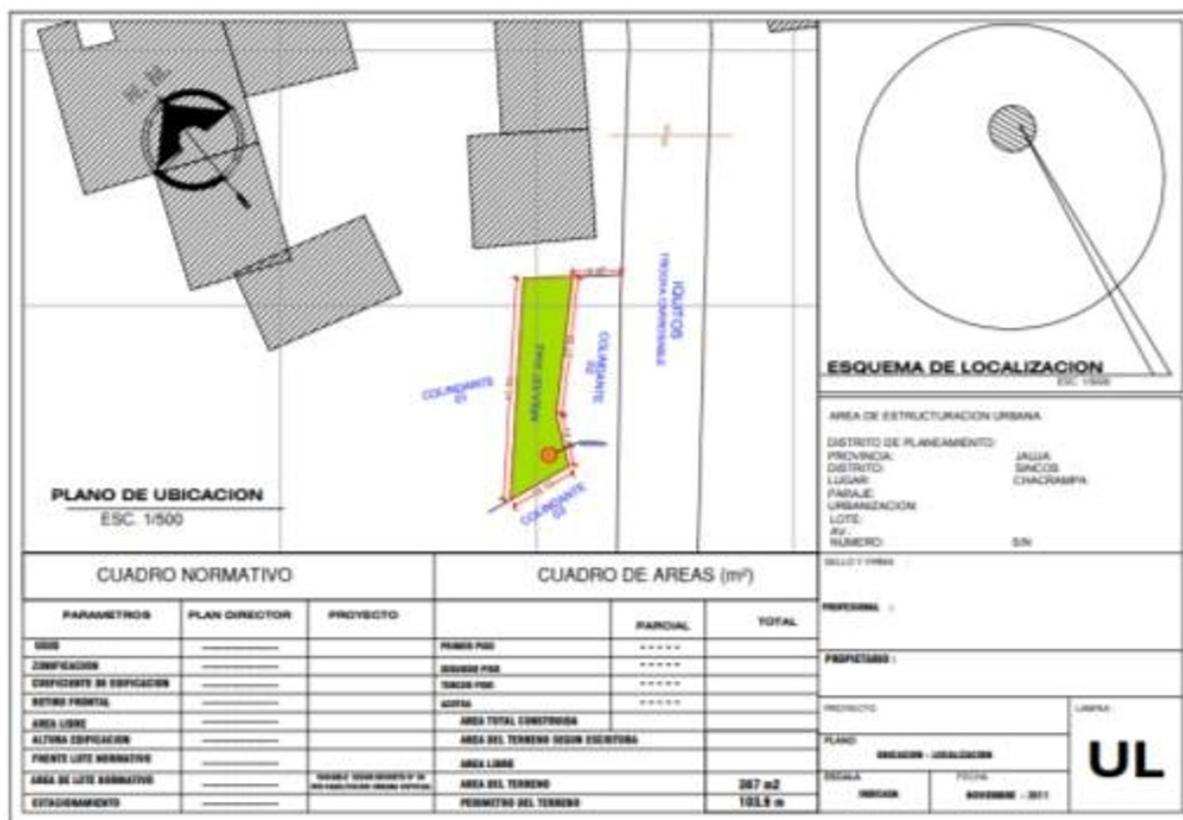
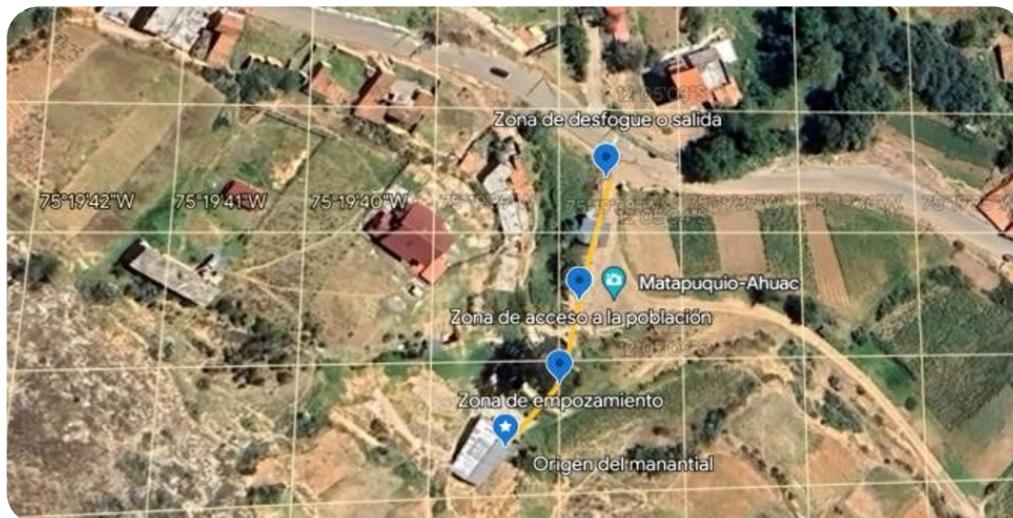


Figura 4.

Ubicación referencial del manantial "Matapuquio"



Mediciones y sensores

A continuación, se detalla el método, técnicas e instrumentos utilizados para las mediciones en los puntos seleccionados. La técnica utilizada fue del monitoreo, que implicó la regularidad en las mediciones de los puntos de medición establecidos.

Se realizó el monitoreo con 06 muestras para cada manantial haciendo un total de 12 muestras.

Aproximaciones teóricas y conceptuales

De análisis in situ:

Pen type Water Quality Meter para (TDS, EC, temperatura y Salinidad).

De recojo de información:

Ficha de registros con Excel 2013.

De análisis in situ:

Observación directa y toma de muestras.

De recojo de información:

Registro fotográfico.

Descripción del proceso:

Se organizaron dos grupos de intervención con foco en cada manantial, realizando la visita de estudio in situ tomando las muestras cuidando el protocolo de caución del agua, luego se procedió a las mediciones en menos de 3 horas en instalaciones de la Universidad Tecnológica del Perú, tomando cuidado en la calibración de equipos y resguardo de la muestra.

Figura 3.

Ubicación referencial del manantial "Matapuquio"



Tabla 1.

Estadísticos descriptivos de las muestras				
	Origen de la muestra	TDS (Partes por millón-ppm)	pH	Conductividad (μ S/cm)
N	Manantial "Chacrapampa Manantial" - Sincos	6	6	6
	Manantial de Matapuquio" - Ahuac	6	6	6
Perdidos	Manantial "Chacrapampa Matapuquio" - Sincos	0	0	0
	Manantial de Matapuquio" - Ahuac	0	0	0
Media	Manantial "Chacrapampa Matapuquio" - Sincos	146	8.29	0.282
	Manantial de Matapuquio" - Ahuac	172	7.89	0.725
Mediana	Manantial "Chacrapampa Matapuquio" - Sincos	148	8.32	0.280
	Manantial de Matapuquio" - Ahuac	175	7.90	0.705
Desviación estándar	Manantial "Chacrapampa Matapuquio" - Sincos	4.92	0.0708	0.00753
	Manantial de Matapuquio" - Ahuac	14.7	0.240	0.394
Mínimo	Manantial "Chacrapampa Matapuquio" - Sincos	140	8.20	0.270
	Manantial de Matapuquio" - Ahuac	150	7.56	0.360
Máximo	Manantial "Chacrapampa Matapuquio" - Sincos	150	8.37	0.290
	Manantial de Matapuquio" - Ahuac	190	8.16	1.14

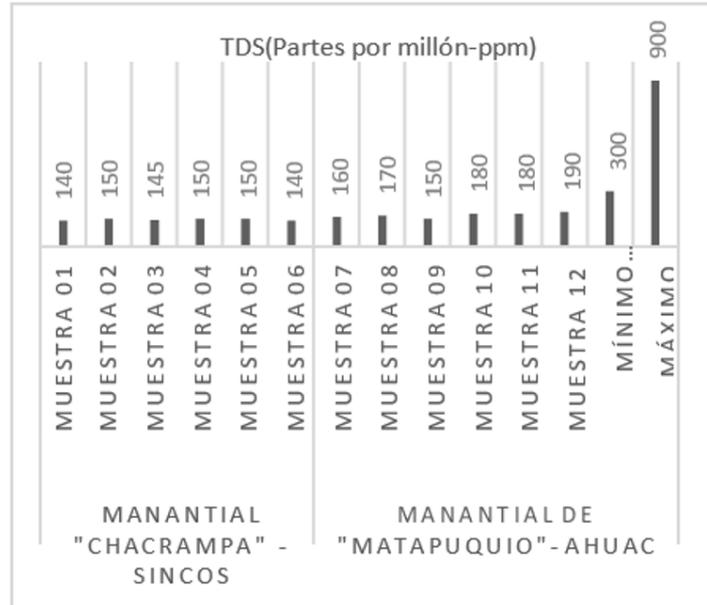
Nota: Muestras recogidas de los manantiales de "Chacrapampa" y manantial de "Matapuquio"

En cuanto a los resultados generales se enmarcan dentro de los parámetros generales tomando la referencia de TDS (Partes por millón) se determinó que las muestras evaluadas en ambos manantiales según la OMS estiman el mínimo aceptable entre 300 ppm y 900ppm, en el caso de las 12 muestras se encuentran dentro de los parámetros considerando las fuentes como "excelente", en cuanto al pH en estudios similares consideran valores mínimos aceptables entre 6.5 y como máximo 8.5, en las 12 muestras se encuentran dentro de los parámetros, denominando las fuentes como ligeramente alcalinas con un promedio de 8 de pH, en cuanto a la conductividad Varios estudios coinciden que el mínimo aceptable de es 0.3 μ S/cm y como máximo 1.5 μ S/cm, al respecto en las 12 muestras se encuentran dentro de los valores considerándola dentro de los parámetros y adecuada para su consumo (Alcca, 2023; Antesano et al., 2023; Gonzales et al., 2023; Menchaca et al., 2022; Méndez, 2023).

TDS (Partes por millón-ppm)

Tabla 2.

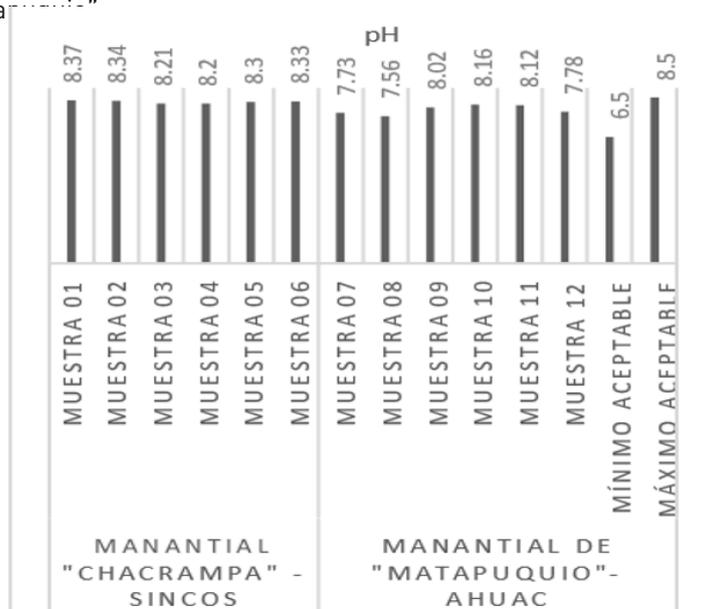
Estadísticos descriptivos de las muestras recogidas de los manantiales de "Chacrapampa" y manantial de "Matapuquio"



Se puede observar que según la OMS que estima valores aceptables entre 300 ppm y 900ppm, en el caso de las 06 muestras del manantial "Chacrapampa" tiene valores adecuados calificándola como excelente, así también, las 06 muestras del manantial "Ñahuinpuquio", tiene valores adecuadas calificándola también como excelente (Choque-Quispe et al., 2021; Gonzales et al., 2023; Nunes et al., 2023)

Tabla 3.

Potencial de hidrógeno (pH) resultante en las muestras recogidas en los manantiales de "Chacrapampa" y manantial de "Matapuquio"



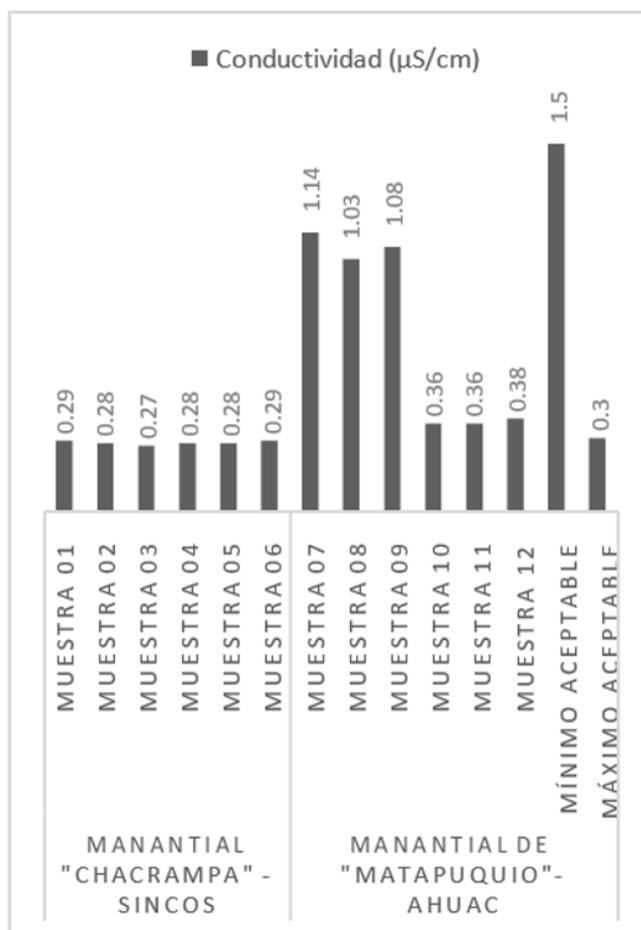
Se puede observar que según la OMS y otros estudios que estima valores aceptables entre 6.5 y 8.5 de pH, en el caso de las 06 muestras del manantial "Chacrapampa" tiene valores adecuados calificándola como adecuada, así también, las 06 muestras del manantial "Ñahuinpuquio", tiene valores adecuadas

calificándola también como adecuada (Carranza et al., 2022; Ruiz, 2021; Ryzhkov & López - Rocha, 2022).

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Tabla 4.

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) resultante en las muestras recogidas en los manantiales de "Chacrapampa" y manantial de "Matapuquio"



Correlaciones entre variables

Se puede observar que según la OMS y otros estudios que estima valores aceptables entre $0.3 \mu\text{S}/\text{cm}$ y como máximo $1.5 \mu\text{S}/\text{cm}$, en el caso de las 06 muestras del manantial "Chacrapampa" tiene valores adecuados calificándola como adecuada para su consumo, así también, las 06 muestras del manantial "Ñahuinpuquio", tiene valores adecuadas calificándola también como adecuada para su consumo (Arroyo-Díaz et al., 2022; Daniel et al., 2023; Pedron et al., 2022).

Se logró determinar correlaciones entre las variables de estudio TDS (ppm), pH y conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), teniendo dos correlaciones significativas con el registro de las 12 muestras, primero una correlación significativa al 95% de confianza, fue entre pH y TDS con una correlación de -0.593 , sin embargo, es indirecta lo cual indicaría que el incremento de una variable afectaría negativamente a la otra. La segunda correlación significativa al 99% de confianza se dio entre conductividad y pH con una correlación de 0.763 que indicaría una relación directa lo cual demostraría su relación y el hecho que cualquier cambio en alguna de las 2 variables podría alterar el equilibrio de la fuente de agua (Menchaca et al., 2022; Pedron et al., 2022; Villagómez, 2023).

Conclusiones

Se determinó en cuanto a TDS (Partes por millón) que las muestras evaluadas en ambos manantiales según la OMS estiman el mínimo aceptable entre 300 ppm y 900ppm, en el caso de las 12 muestras se

encuentran dentro de los parámetros considerando las fuentes como “excelente”. En las mediciones de pH considerando los valores mínimos aceptables entre 6.5 y como máximo 8.5, en las 12 muestras se encuentran dentro de los parámetros, denominando las fuentes como ligeramente alcalinas con un promedio de 8 de pH, pero aptas para el consumo humano en este aspecto. Finalmente, en cuanto a la conductividad considerando un mínimo aceptable de es 0.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y como máximo 1.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, al respecto en las 12 muestras se encuentran dentro de los valores considerándolas dentro de los parámetros y adecuada para el consumo humano en esta variable.

Referencias

- Alcca Chahuares, B. (2023). Calidad del agua para consumo humano de los manantiales Quipata-Totorpujo, Plaza, Estadio y Jjaquejhuata distrito de Platería – Puno - 2022. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/499>
- Antesano Chávez, O. S., Rosas Poma, M. E., & Zavala Figueroa, N. J. (2023). Impacto del turismo en la calidad del agua de una laguna del Valle del Mantaro. *Revista de La Universidad Del Zulia*, 14(39). <https://doi.org/10.46925/rdluz.39.10>
- Arroyo-Díaz, F., Salgado-Souto, S. A., Del Rio-Salas, R., Talavera- Mendoza, O., Ramírez- Guzmán, A., Ruíz, J., Sarmiento-Villagrana, A., & Guzmán-Martínez, M. (2022). PTE and multi-isotope assessment of spring water used for human consumption in the historical mining region of Taxco de Alarcón in southern Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 116, 103811. <https://doi.org/10.1016/J.JSAM ES.2022.103811>
- Bouchaou, L., Mangin, A., & Chauve, P. (2002). Turbidity mechanism of water from a karstic spring: example of the Ain Asserdoune spring (Beni Mellal Atlas, Morocco). *Journal of Hydrology*, 265(1-4), 34-42. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00098-7)
- Carranza, P., Baena, M., Hidalgo, R., & Triviño, P. (2022). Captación De Agua De La Fuente Del Cuadrado En Montilla. *Virtual Archaeology Review*, 13(27).
- Challco Jimenez, G. K. (2023). Determinación de la calidad del agua para consumo humano del manantial Marampampa distrito de Ocobamba, Cusco 2023. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/532>
- Choque-Quispe, D., Froehner, S., Ligarda-Samanez, C. A., Ramos-Pacheco, B. S., Peralta- Guevara, D. E., Palomino- Rincón, H., Choque-Quispe, Y., Solano-Reynoso, A. M., Barboza-Palomino, G. I., Taipei- Pardo, F., & Zamalloa-Puma, L. M. (2021). Insights from Water Quality of High Andean Springs for Human Consumption in Peru. *Water* 2021, Vol. 13, Page 2650, 13(19), 2650. <https://doi.org/10.3390/W13192650>
- Daniel, F., Gabriela, M., Félix Daniel Andueza Leal, G., Araque Rangel, J., González Escudero, M., Sacoto, D., León Leal, A., Gabriela Gutiérrez, M., Flores, S., & Escobar Arrieta, S. (2023). Bacterial biodiversity in medicinal mineral spa waters of Ecuador and Venezuela.
- FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, ISSN-e 2602-8484, Vol. 15, No. 1, 2023 (Ejemplar Dedicado a: Ciencia Abierta), Págs. 56-78, 15(1), 56-78. <https://doi.org/10.29166/revfig.v15i1.4368>
- Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., Meseguer Pallares, R., Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., & Meseguer Pallares, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica- Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 23-31. <https://doi.org/10.18271/RIA.2023.486>
- Humphrey, C. E., Gardner, P. M., Spangler, L. E., Nelson, N. C., Toran, L., & Solomon, D. K. (2023). Quantifying stream-loss recovery in a spring using dual- tracer injections in the Snake Creek drainage, Great Basin National Park, Nevada, USA. *Hydrogeology Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10040-023-02619-4>
- Menchaca Dávila, S., Calva- Maldonado, A., Jiménez- Windsor, G., & Juárez-Cerrillo, S. F. (2022). Disponibilidad hídrica del manantial “Ojo de Agua” ubicado en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México. *UVserva*, 14. <https://doi.org/10.25009/uvs.vi14.2890>

- Méndez, L. A. (2023). Calidad y estado sanitario del agua distribuida para consumo humano en Guastatoya, El Progreso. *Revista Científica Internacional*, 6(1), 23–34. <https://doi.org/10.46734/REVCIENTIFICA.V6I1.60>
- Miguel, R. E., & González Ribot, J. V. (2022). Sustentabilidad de la explotación de agua subterránea en la Cuenca Guanchín-Sañogasta, Chilecito, La Rioja. *Revista Estudios Ambientales - Environmental Studies Journal*, 10(2). <https://doi.org/10.47069/estudios-ambientales.v10i2.1612>
- Nunes Martins de Lima, L., Aparecida Ribeiro Santana, M., & Naiara Gonçalves dos Reis, L. (2023). Impactos socioambientais da ocupação urbana em área de proteção permanente no Parque Alvorada, Itapuranga (Go) – Brasil. *Papeles de Geografía*, 68. <https://doi.org/10.6018/geografia.522651>
- Pedron, R., Esposito, A., Cozza, W., Paolazzi, M., Cristofolini, M., Segata, N., & Jousson, O. (2022). Microbiome characterization of alpine water springs for human consumption reveals site- and usage-specific microbial signatures. *Frontiers in Microbiology*, 13, 946460. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2022.946460/BIBTEX>
- Ruiz, R. (2021). Paisaje y ritualidad en el manantial la Media Luna, San Luis Potosí, México. *Boletín Científico CIOH*, 40(1). <https://doi.org/10.26640/22159045.2021.568>
- Ryzhkov, A., & López-Rocha, N. (2022). La leyenda de Ondal: la narrativa que forma parte del patrimonio cultural coreano. *La Colmena*, 114. <https://doi.org/10.36677/lacolmena.v0i114.17304>
- Torres J.C., & Chávez A. (2023). Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la comunidad de Cuchacmalca, distrito de Cochabamba - 2020. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/387>
- Villagómez Villacrés, C. S. (2023). Evaluación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano de la comunidad el Quinche. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/37810>