

## EL HIDROGEODÍA

El **Hidrogeodía** es una jornada de divulgación de la Hidrogeología (parte de la geología que estudia las aguas terrestres, teniendo en cuenta sus propiedades físicas, químicas y sus interacciones con el medio físico, biológico y la acción del hombre), con motivo de la celebración del **Día Mundial del Agua** (22 de marzo).

Esta jornada está promocionada por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE) y consta de **actividades gratuitas**, guiadas por hidrogeólogos y **abiertas a todo tipo de público**, sin importar sus conocimientos en la materia.

En Ecuador, el **Hidrogeodía 2023** se celebra en el acuífero costero de Manglaralto en la zona Sur de la costa del Ecuador, que forma parte de ruta turística “Ruta del Sol” o “Ruta del Spondylus”. Se llevará a cabo una visita guiada por 3 puntos representativos relacionadas con el abastecimiento de aguas subterráneas de la parroquia rural.

- 1) Junta Administradora de Agua Potable Regional Manglaralto (JAAPMAN): Promotores comunitarios del aprovechamiento sostenible del agua subterránea, que genera vida, trabajo y desarrollo.
- 2) Tape técnico-artesanal en el geositio “Acuífero costero de Manglaralto”.
- 3) Pozos históricos 01 y 02 de captación de agua subterránea.

## CÓMO LLEGAR

El punto de partida de nuestro recorrido será la Escuela Superior Politécnica del Litoral, campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral, Guayaquil-Ecuador (Edificio 3A), en el parqueadero del Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT).

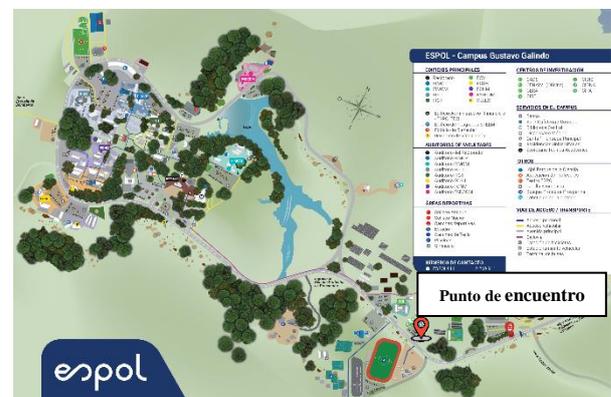


Figura 1: Punto de encuentro: Parqueadero del edificio 3A  
Fuente: <https://www.espol.edu.ec/es/mapa-del-campus>

En el parqueadero del edificio 3A nos esperara un autobús donde emprenderemos el viaje desde Guayaquil a Santa Elena, la distancia aproximada es de 170 km y tiene una duración de 2h30, a lo largo de esta ruta conocida como “Ruta del Spondylus” podremos apreciar la vista de las diferentes geofomas de la costa ecuatoriana, visitaremos la JAAPMAN (Parada 1) ubicado en la parroquia de Manglaralto, donde se realizará el taller con la comunidad “Acuífero costero Manglaralto: proceso de intrusión salina y su gestión comunitaria”. Después del taller, visitaremos el tape técnico-artesanal en el geositio “Acuífero costero de Manglaralto” (Parada 2) que se encuentra próximo al rio estacional del mismo nombre, finalmente con la comunidad visitaremos los pozos históricos 01 y 02 de captación de agua

subterránea (Parada 3), pozos donde el director general del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Yukiya Amano visitó el sitio en julio de 2011 como parte del programa de cooperación técnica entre la OIEA, ESPOL y la comunidad.

## ENTORNO GEOLÓGICO. ACUÍFERO COSTERO MANGLARALTO

El acuífero costero de Manglaralto se encuentra ubicado al suroeste de las estribaciones de la Cordillera de la Costa Chongón Colonche (CCC) (Figura 2a). dentro de la cuenca hidrológica Manglaralto. En esta zona existe un acuífero costero somero en el que se han construido 15 pozos para abastecer de agua a seis comunas Montañita, Manglaralto, Río Chico, Cadeate, San Antonio y Libertador Bolívar.

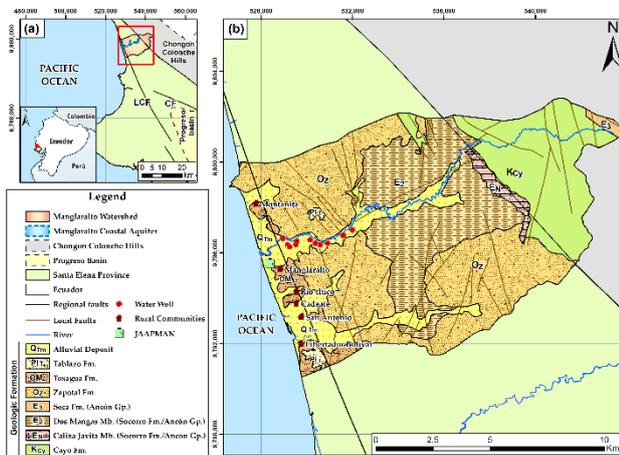


Figura 11: Esquema geológico de las unidades geológicas del acuífero costero de Manglaralto. a) Ubicación de la cuenca, principales estructuras geológicas regionales (Fallas regionales: LCF: falla La Cruz, CF: falla Carrizal) y elementos geomorfológicos (Cerro Chongón Colonche. Cuenca Progreso); (b) Unidades geológicas, fallas regionales y locales en el área de estudio.

La unidad geológica más antigua de la cuenca corresponde a la formación Cayo del Cretácico Superior (Figura 2b). La capa

impermeable que favorece el atrapamiento de agua corresponde a las unidades litológicas del grupo Ancón, y la capa permeable con buenas condiciones de porosidad y permeabilidad son los depósitos aluviales del Cuaternario.

En esta última unidad geológica se han obtenido resultados prometedores en la captación de recursos hídricos a través de pozos, cuyo volumen de agua estimado es de 13,6 Hm<sup>3</sup> (Carrión-Mero, Quiñonez-Barzola, et al., 2021). El bombeo intensivo y las condiciones climáticas han provocado la disminución del nivel freático y como resultado se presente el fenómeno de intrusión de agua de mar en la cuenca (Carrión-Mero, Montalván, et al., 2021).

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Históricamente, la comuna de Manglaralto se abastecían de agua dulce por medio del río estacional del mismo nombre, tanqueros y construyeron una serie de pozos, que en muchos casos no tuvieron éxito debido a la falta de conocimiento sobre la geometría del acuífero. Los pozos eran construcciones de carácter somero, excavados empleando la mano de obra de la comunidad a pico y pala. En respuesta a este hecho, el 29 de marzo de 1979 se creó la Junta de Agua Potable de Manglaralto (JAAPMAN) por el arzobispo Othmar Stahelli, organización comunitaria que adquiere el rol de Juntas Administradoras de Agua Potable y tienen el objetivo de suministrar el servicio público de agua potable. Adicionalmente, la comuna aplica históricamente el rescate del conocimiento ancestral y aplica estrategias de recarga artificial del acuífero.

Su proceso se basa en aprovechar la estacionalidad de los ríos y embalsar el agua con las llamadas “tapes” (diques artesanales), reviviendo así los saberes ancestrales de la provincia de Santa Elena. La captación de agua floreció junto con la construcción artesanal de tapes. Sin embargo, sus obras eran basadas en emplear rocas y tierra circundantes que en eventos de lluvias intensas eran destruidas, en respuesta a esta disyuntiva la comunidad con métodos de prueba y error evolucionaron sus obras hidráulicas y con la ayuda del proceso de Investigación-Acción-Participativa (IAP) con la Universidad desde el 2017 sus “tapes” pasaron a ser técnico-artesanal.

La implementación de tapes/diques permitió la desalinización de pozos inhabilitados, la recarga del acuífero y aumentar el volumen para un suministro adecuado de agua para la comunidad.

**Parada II. Tape técnico-artesanal en el geosítio “Acuífero costero de Manglaralto”.**



**Parada III. Pozos históricos 01 y 02 de captación de agua subterránea.**



## PARADAS

**Parada I. Junta Administradora de Agua Potable Regional Manglaralto (JAAPMAN). Organización comunitaria y su resiliencia de agua.**



## TIPOS DE AGUAS

En el acuífero Manglaralto, se han identificado dos tipos de agua: el primer tipo, en los pozos ubicados dentro de la cuenca con una composición de agua dulce. El segundo tipo corresponde a los pozos cercanos al mar, con composición de calcio y cloro, indicando la presencia de intrusión de agua de mar en la cuenca principalmente en épocas secas, salinizando las aguas subterráneas, agravada por las extracciones de bombeo (Carrión-Mero, Montalván, et al., 2021). En la época lluviosa, en los pozos cercanos al mar, disminuye la concentración de cloruro; por lo tanto, la salinidad disminuye debido a la mezcla de agua dulce del acuífero con agua de mar en el momento de la recarga, como ocurre en muchos acuíferos costeros de todo el mundo.

La actividad antrópica reflejada en los pozos cercanos al mar estaría provocada por las aguas residuales del casco urbano que se infiltran en la cuña de intrusión que penetra en el continente.

Con los conocimientos adquiridos en las investigaciones realizadas en la zona de estudio, se concluye que para el correcto manejo del acuífero se deben tomar acciones para proteger las áreas de recarga en la cuenca (río, terrazas aluviales y zonas altas de la cordillera Chongón-Colonche).

La principal actividad antrópica, según la clasificación de Alcalá y Custodio (Alcalá & Custodio, 2008; Morante et al., 2019), que afecta a los pozos próximos al mar, sería por parte de una explotación ganadera de las inmediaciones, lo que estaría afectando a la calidad del agua del acuífero.

## AGUA Y SOCIEDAD

En la parroquia de Manglaralto, la población depende exclusivamente del acuífero costero de Manglaralto para su abastecimiento de agua. En este sector, el agua subterránea es extraída por pozos, localizados en la terraza aluvial del río Manglaralto (Carrión-Mero et al., 2020).

La Junta Regional Administradora de Agua Potable de Manglaralto (JAAPMAN) es la encargada de administrar el acuífero costero de Manglaralto desde 1980 y abastece de agua por tubería a los hogares de la cabecera parroquial rural de Manglaralto y otras cinco comunidades rurales: Montañita, Río Chico, Cadeate, San Antonio y Libertador Bolívar, a través de 10 pozos de agua (Herrera-Franco et al., 2018).

La participación comunitaria y las prácticas ancestrales han sido mecanismos relevantes para manejar los problemas del agua (escasez de lluvias y agotamiento del recurso subterráneo por la explotación). Ambos elementos han permitido a los habitantes desarrollar y adaptar técnicas para recargar los acuíferos, que son un almacenamiento subterráneo natural (Carrión et al., 2018).

Bajo el rescate del conocimiento ancestral, la JAAPMAN ha construido diques artesanales (tapes) para aprovechar el paso estacional del agua superficial del río Manglaralto, y crear condiciones para la recarga artificial del acuífero (Herrera-Franco, 2020). Y en los últimos años, con ayuda de la comunidad universitaria, la ubicación, diseño y construcción de estos tapes ha evolucionado con la aplicación de conocimientos técnicos, dando lugar a tapes técnico-artesanales de

mayor eficacia (Carrión-Mero, Morante-Carballo, et al., 2021).

Con el abastecimiento de agua por parte de la JAAPMAN, los habitantes de la parroquia han podido obtener agua para el uso doméstico, en comercios, en hoteles e inclusive para la práctica de agricultura y ganadería. Con el embalse del tape técnico-artesanal de Manglaralto, los habitantes han encontrado un nicho para la realización de actividades de pesca y recreación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la comunidad de Manglaralto y los representantes de la Junta Regional Administradora de Agua Potable de Manglaralto (JAAPMAN). Se agradece a Ing. Gricelda Herrera, Ph.D. representante en Ecuador de la Red SyCA. Al proyecto de servicio comunitario “Siembra y Cosecha de Agua ante el COVID-19, Manglaralto 2021” con código: PG03-PY21-03, "Proyecto Geoparque Península de Santa Elena" y al Decanato de Vinculación por todo el apoyo de gestión en la ejecución del proyecto. Además, la red CYTED “Siembra y Cosecha del Agua en Áreas Naturales Protegidas de Iberoamérica” con código institucional 419RT0577. Pueden visitar los videos de divulgación del proyecto siembra y cosecha en los siguientes links:  
<https://youtu.be/R65MPd5wF7Y>,  
<https://youtu.be/pqJImvXBvt0>,  
<https://youtu.be/Yo6srnDDQEM>

y

## **CONSIDERACIONES SOBRE EL HIDROGEODÍA MANGLARALTO**

Se recomienda asistir con ropa y calzado cómodo (pantalón largo, camisa, deportivos, botas). Y además llevar chubasquero para protección de la lluvia de ser necesario.

Se recomienda usar protector solar y repelente de insectos.

Se recomienda llevar refrigerios y agua para mantener la energía e hidratación durante el recorrido.

Se prohíbe arrojar residuos en cualquiera de las áreas a visitar. Siempre buscar un tacho contenedor de basura.

## **COLABORADORES HIDROGEODÍA MANGLARALTO 2023**

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE)

Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)

Decanato de Vinculación

Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT)

Junta Administradora de Agua de Manglaralto (JAAPMAN)

Ing. Cecilia Paredes Verduga, Ph.D.

Adriana Santos, Ph.D.

Gina Andrade García, M.Sc.

Ing. Paúl Carrión Mero, Ph. D.

Ing. Gricelda Herrera, Ph.D.

Ing. Fernando Morante, Ph. D.

Ing. Bethy Merchán, M. Sc.

Ing. Joselyne Solórzano, M. Sc.

Ing. María Fernanda Jaya

Ing. Emily Sánchez

Ing. Jenifer Malavé

Flavio Alberto Villao Borbor

Juan Félix Reyes Ángel

Gloria Azucena Malavé Laínez

Adriano Eduardo Alejandro Tomalá

Zoila Annabel Jara Gonzabay

Kelly María Morla Miraba

## PARA SABER MÁS

Alcalá, F. J., & Custodio, E. (2008). Using the Cl/Br ratio as a tracer to identify the origin of salinity in aquifers in Spain and Portugal. *Journal of Hydrology*, 359(1–2), 189–207. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.06.028>

Carrión-Mero, P., Montalván, F. J., Morante-Carballo, F., Heredia, J., Elorza, F. J., Solórzano, J., & Aguilera, H. (2021). Hydrochemical and Isotopic

Characterization of the Waters of the Manglaralto River Basin (Ecuador) to Contribute to the Management of the Coastal Aquifer. *Water*, 13(4), 537. <https://doi.org/10.3390/w13040537>

Carrión-Mero, P., Morante-Carballo, F., Briones-Bitar, J., Herrera-Borja, P., Chávez-Moncayo, M., & Arévalo-Ochoa, J. (2021). Design of a Technical-Artisanal Dike for Surface Water Storage and Artificial Recharge of the Manglaralto Coastal Aquifer. Santa Elena Parish, Ecuador. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 16(3), 515–523. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.160312>

Carrión-Mero, P., Morante-Carballo, F., Varas, M., Herrera, G., Malavé, J., Briones, J., Fajardo, I., & Campoverde, J. (2020). Geología Aplicada al Diseño de Diques Artesanales (Tapes) y su Incidencia en la Recarga del Acuífero Costero de Manglaralto, Santa Elena, Ecuador. *Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology:*

*Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development* “Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Bas, 11. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.307>

Carrión-Mero, P., Quiñonez-Barzola, X., Morante-Carballo, F., Montalván, F. J., Herrera-Franco, G., & Plaza-Úbeda, J. (2021). Geometric Model of a Coastal Aquifer to Promote the Sustainable Use of Water. Manglaralto, Ecuador. *Water*, 13(7), 923. <https://doi.org/10.3390/w13070923>

Carrión, P., Herrera, G., Briones, J., Sánchez, C., & Limón, J. (2018, September 4). Practical adaptations of ancestral knowledge for groundwater artificial recharge management of Manglaralto coastal aquifer, Ecuador. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 375–386. <https://doi.org/10.2495/SDP180341>

Herrera-Franco, G. (2020, January). Aplicación del conocimiento ancestral mediante albarradas y tapes en la gestión del agua en la provincia de Santa Elena, Ecuador. *Boletín Geológico y Minero*, 131(1), 75–88. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.131.1.005>

Herrera-Franco, G., Alvarado-Macancela, N., Gavín-Quinchuela, T., & Carrión-Mero, P. (2018). Participatory socio-ecological system: Manglaralto-Santa Elena, Ecuador. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2(4), 303–310. <https://doi.org/10.1080/24749508.2018.1481632>

Morante, F., Montalván, F. J., Carrión, P., Herrera, G., Heredia, J., Elorza, F. J., Pilco, D., & Solórzano, J. (2019). *Hydrochemical and Geological Correlation to Establish the Groundwater Salinity of the Coastal Aquifer of the Manglaralto River Basin, Ecuador.*



139–149.

<https://doi.org/10.2495/WRM190141>

**NOTAS**

### RECORRIDO DEL HIDROGEODÍA MANGLARALTO 2023

