



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2593>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

*Morfología del suelo y subsuelo en la comunidad Agua Blanca de Portoviejo,
Ecuador*

*Soil and subsoil morphology in the Agua Blanca community of Portoviejo,
Ecuador*

Morfologia do solo e subsolo na comunidade Agua Blanca de Portoviejo, Equador

Gema Giselly Valdiviezo-Cuenca ^I
gvaldiviezo3896@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2152-5274>

Gisela Beatriz Latorre-Castro ^{II}
gisela.latorre@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3763-5766>

Carlos Antonio Moreira-Mendoza ^{III}
carlos.moreira@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1736-3479>

Correspondencia: gvaldiviezo3896@utm.edu.ec

***Recibido:** 02 de enero 2022 ***Aceptado:** 27 de enero de 2022 * **Publicado:** 17 de febrero de 2022

- I. Programa de Maestría en Prevención y Gestión de Riesgo, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador

Resumen

La técnica avanza DInSAR (Interferometría Diferencial con Radar de Apertura Sintética) debido a los diferentes datos y alta resolución temporal que poseen sus imágenes permitieron realizar cálculos y análisis de las zonas que fueron de interés en la investigación. Con esta herramienta gratuita fue posible elaborar mapas focalizados que son de gran aporte permitiendo realizar prácticas consientes en el uso del suelo, con el propósito de conservar y preservar una buena calidad del agua subterránea en la comunidad Agua Blanca, Portoviejo.

Con la escasa e incompleta información que se tiene sobre estudios realizados en la Comunidad Agua Blanca, Parroquia Rural Alhajueta de Portoviejo se analizó la información disponible y con la ayuda de imágenes satelitales fue posible realizar modelos digitales que permitieron determinar zonas como: flujo de acumulación (FCC), factor de erosión hídrica (factor-LS), índice topográfico de humedad (TWI) y el factor de convergencia, parámetros que ayudan a identificar zonas húmedas, secas, rutas de contaminación, entre otros indicadores. La contribución esencial de este trabajo de investigación radica en identificar fuentes de agua seguras que no se encuentren vulnerables a la contaminación de escorrentías del subsuelo, con la ayuda y aplicación de los métodos de modelos digitales.

Palabras Clave: Agua superficial; agua subterránea; calidad del agua; morfometría y modelación.

Abstract

The technique advances DInSAR (Differential Interferometry with Synthetic Aperture Radar) due to the different data and high temporal resolution that its images have allowed calculations and analysis of the areas that were subjected in the investigation. With this free tool it was possible to elaborate focused maps that are of great contribution allowing to carry out conscious practices in the use of the land, with the purpose of conserving and preserving a good quality of the groundwater in the community Agua Blanca, Portoviejo.

With the scarce and incomplete information we have on studies carried out in the Agua Blanca Community, Alhajueta Rural Parish of Portoviejo, the available information was analyzed and with the help of satellite images it was possible to make digital models that allowed to determine areas such as: accumulation flow (FCC), water erosion factor (LS-factor), topographic moisture index (TWI) and the convergence factor, parameters that help identify wet and dry areas, pollution routes, among other indicators. The essential contribution of this research work lies in identifying safe water

sources that are not vulnerable to contamination from subsurface runoff, with the help and application of digital modeling methods.

Keywords: Surface water; groundwater; water quality; morphology and modeling.

Resumo

A técnica avança o DInSAR (Interferometria Diferencial com Radar de Abertura Sintética) devido aos diferentes dados e alta resolução temporal que suas imagens possuem, permitindo cálculos e análises das áreas de interesse da investigação. Com esta ferramenta gratuita, foi possível criar mapas focados que são de grande contribuição, permitindo que sejam realizadas práticas conscientes no uso do solo, com o objetivo de conservar e preservar uma boa qualidade das águas subterrâneas na comunidade Agua Blanca, Portoviejo.

Com as informações escassas e incompletas disponíveis sobre os estudos realizados na Comunidade Agua Blanca, Freguesia Rural de Alhajuela de Portoviejo, a informação disponível foi analisada e com a ajuda de imagens de satélite foi possível fazer modelos digitais que permitiram determinar áreas como: acumulação vazão (FCC), fator de erosão hídrica (fator LS), índice de umidade topográfica (TWI) e fator de convergência, parâmetros que auxiliam na identificação de áreas úmidas e secas, rotas de contaminação, entre outros indicadores. A contribuição essencial deste trabalho de pesquisa está na identificação de fontes de água seguras e não vulneráveis à contaminação por escoamento subsuperficial, com a ajuda e aplicação de métodos de modelagem digital.

Palavras-chave: Águas superficiais; Agua subterranea; qualidade da água; morfometria e modelagem.

Introducción

Cuando se utilizan los desplazamientos causados por los factores operativos en la delimitación de los campos geomorfológicos, se asume un papel principal en la comprensión de la naturaleza de la operación y el comportamiento del área en estudio, a partir de imágenes adquiridas desde satélite por sensores activos en la región de las microondas, denominada DInSAR (Interferometría Diferencial con Radar de Apertura Sintética).

Este tipo de investigaciones se centran en la detección de deformaciones, cantidad de desplazamiento y la velocidad de movimientos en un determinado periodo de tiempo, con la finalidad de sectorizar zonas de deformación de un área en estudio. Mediante la elaboración de mapas, como resultado es

posible establecer varios escenarios tomando en consideración periodos de retorno, velocidad media de deformación y series de tiempo, que ayuden a la población a conocer que zonas son seguras dentro de la localidad en la que habitan.

En este estudio, con la ayuda de los modelos de elevación digital se realizaron mapas de flujos de acumulación (FCC), erosión hídrica (LS), índice topográfico de humedad (TWI) e índice de convergencia, para identificar zonas de deformación, acumulación de flujos, zonas de contaminación con la finalidad de orientar a la población sobre las practicas adecuadas y usos del suelo que les permitan preservar el ecosistema en La Comunidad Agua Blanca de Alhajuela, Portoviejo, Manabí.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La comunidad Agua Blanca de Alhajuela, se encuentra ubicada al sur este Portoviejo. Se localiza geográficamente en la provincia de Manabí con coordenadas 1°03'21"S 80°16'35"O, cubriendo una superficie total de 24,76 km². Limita al norte con la parroquia Abdón Calderón, al sur con el cantón de Santa Ana, al este con las parroquias de Chirijos y San Plácido y al oeste con la parroquia Abdón Calderón (GAD PARROQUIAL Alhajuela, 2016). Goza de un clima cómodo de estepa pese a estar a escasos kilómetros de transacción a clima tropical seco. El diagrama ombrotérmico de la Estación Meteorológica Portoviejo en los últimos años señala que los meses ecológicamente húmedos van de febrero a abril; el mes de marzo es ecológicamente el más húmedo (Bravo & Ortiz, 2004).

Las imágenes Sentinel 1 y 2 obtenidas de la Alaska Satellite Facility, se utilizaron para determinar zonas como: flujo de acumulación superficial (AFCC), índice de humedad topográfica (TWI) y el índice de convergencia (IC).

Marco Hidrogeológico

El principal sistema hidrográfico es el Río Portoviejo. La cuenca hidrográfica abarca una superficie de 2.040 km² aproximadamente, con una longitud de cauce de 149 km. Está localizada en la zona climática influenciada por la corriente de Humboldt, o sea la franja seca de la provincia, la cual se caracteriza por la escasez de pluviosidad y recursos hídricos (Bravo & Ortiz, 2004).

Morfología del suelo y subsuelo en la comunidad Agua Blanca de Portoviejo, Ecuador



Figura 1. Relieve y geomorfología del área de estudio.

Los métodos morfológicos son análisis combinatorios que permiten explorar de manera sistemática los futuros posibles eventos partiendo del estudio de todas las combinaciones resultantes de la descomposición de un sistema. Construyendo escenarios exploratorios para el análisis de la prospectiva (Harris, 2010).

Este método fue aplicado para determinar y localizar flujos de acumulación, factor de erosión hídrica, índice topográfico de humedad y el índice de convergencia.

Las imágenes Sentinel 1 y 2 se obtuvieron de la Alaska Satellite Facility (Real, 2001), se utilizaron en la determinación de deformaciones del terreno de estudio utilizando la técnica DINSAR (Montoya, 2016) y las de Sentinel 2 permitieron determinar los cambios en la morfología del relieve con la obtención de los mapas morfológicos.

Resultados y Discusión

Características morfológicas

En las figuras, 2, 3, 4 y 5 se muestran los mapas morfológicos realizados en la comunidad Agua Blanca de Alhajúela.

Flujos de acumulación (FCC)

El flujo de acumulación es el resultado del cálculo entre el área de contribución (captación) de la pendiente ascendente, utilizando el enfoque de dirección de flujo múltiple (Trevisani & Cavalli,

Morfología del suelo y subsuelo en la comunidad Agua Blanca de Portoviejo, Ecuador

2016). Se obtiene como resultado un raster de flujo acumulado para cada celda, delimitando según la acumulación del peso de todas las celdas que fluyen en cada celda de la pendiente descendente. El flujo acumulado está basado en el número de celdas totales, o fracción de las mismas, que fluyen a cada celda del ráster de salida. (Figura 2).

Los valores más altos (tendencia a verde y rojo) representan acumulación de caudales mayores y áreas de flujo concentrado que permiten identificar los canales del curso y dirección del agua.

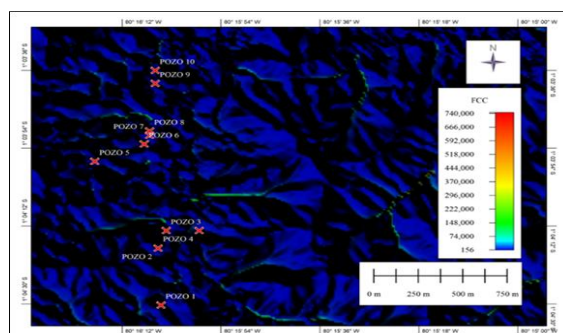


Figura 2. Flujo de acumulación (FCC)

Índice de erosión hídrica (LS)

Este mapa de la predicción del potencial de erosión, es la combinación de la pendiente y la longitud de la pendiente. El factor de la longitud de la pendiente (L), realiza el cálculo del efecto de la longitud de la pendiente respecto a la erosión, y el factor de la pendiente (S) hace el cálculo del efecto de la pendiente sobre la erosión. Los valores más altos de color verde representan una mayor susceptibilidad a la erosión hídrica.

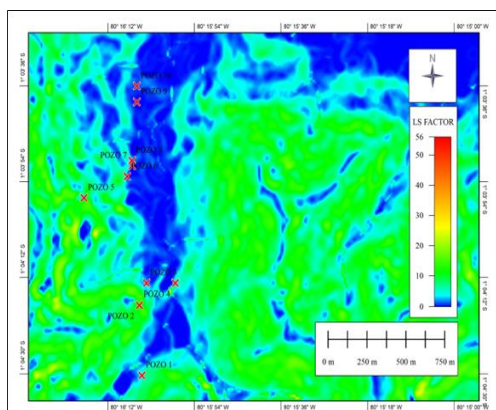


Figura 3. Factor de erosión hídrica (LS).

Índice topográfico de humedad (TWI)

El índice topográfico de humedad es la modelación dinámica de los flujos subterráneos y superficiales partiendo del control topográfico de la escorrentía, generando una perspectiva mejor en relación a la predicción de áreas donde la saturación y alta concentración de escorrentías pueden actuar como trayectorias de flujos iniciales a procesos mayores de inundación.

Los valores más altos de TWI (tendencia a colores verdes y amarillos) representan depresiones de drenajes y los valores más bajos (tendencia a color azul) representan crestas y crestas.

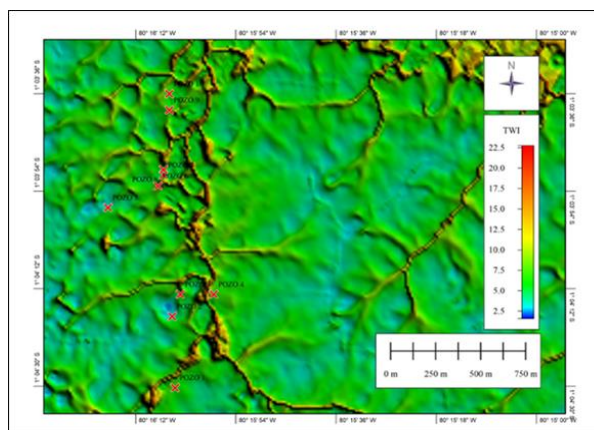


Figura 4. Índice topográfico de humedad (TWI).

Índice de convergencia

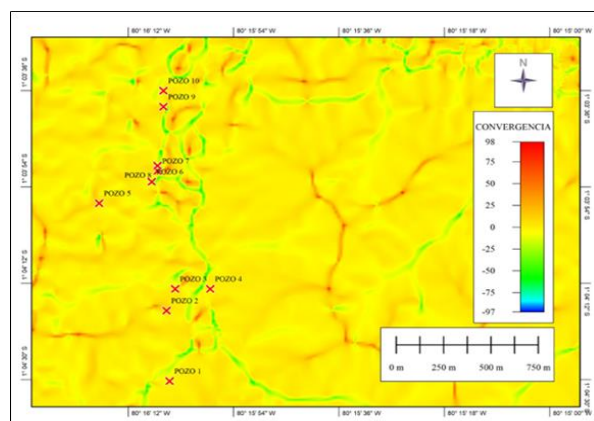


Figura 5. Índice de Convergencia.

Los índices convergencia de humedad nos muestran las concentraciones de humedad mediante la

utilización de una modelación dinámica de los flujos subterráneos y superficiales.

Esto permite a los habitantes del sector planificar la construcción de nuevos pozos así como articular acciones que permitan el cuidado de estos acuíferos para evitar la contaminación.

Nos permite localizar los acuíferos, esta acción permite realizar adecuadas actividades de ordenamiento territorial y gestión de riesgo, ya que los niveles altos de humedad elevan la vulnerabilidad física del suelo de sus alrededores respecto a los fenómenos de licuefacción.

Conclusiones

Con el análisis DINSAR y el método morfológico se obtuvieron mapas morfométricos que aportaron significativamente a la comunidad Agua Blanca de Alhajuela en la identificación de zonas vulnerables a la erosión hídrica, mayor concentración de contaminantes, rutas del flujo de fluidos, las deformaciones del relieve, entre otros factores.

Se establecieron rutas del flujo de acumulación de aguas superficiales y subterráneas, factor importante que ayuda a evidenciar el recorrido de este líquido y los sectores que poseen mayor concentración de la misma, haciéndolos a su vez más vulnerables y susceptibles ante eventos severos por la presencia abundante del agua superficial y subterránea.

El uso y combinación de estos procedimientos se pueden aplicar en cualquier escenario basados en modelos de elevación digital con alta resolución, logrando muy buenos resultados (imágenes, mapas, modelos) coincidiendo significativamente con los caminos reales.

Recomendaciones

Incentivar a los Municipios de las Comunidades aledañas en la implementación de este tipo de estudios que permita informar, orientar y enseñar a la población sobre las características y riesgos a los que están inmersos en el sector donde habitan.

Socializar con los habitantes sobre las zonas seguras y las zonas de riesgo de la Comunidad Agua Blanca, identificando cómo actuar ante los diferentes eventos que puedan presentarse.

Incitar a la comunidad estudiantil de tercer y cuarto nivel a la explotación de metodologías tecnológicas que aportan significativamente tanto para sus estudios como para la población.

Capacitar a la población que realizan actividades de agricultura en el sector para que realicen las mismas entre 20 – 25 metros de distancia de los pozos o las perforaciones que están habilitadas para el consumo de la población.

Referencias

1. Bravo, S. P., & Ortiz, S. (2004). ANÁLISIS DE LA POLÍTICA AMBIENTAL IMPLEMENTADA POR LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN PORTOVIEJO EN EL PERIODO 2000—2004. 46.
2. Casu, F., Manzo, M., Pepe, A., Mazzarella, G., & Lanari, R. (2007). ON THE CAPABILITY OF THE SBAS-DINSAR TECHNIQUE TO INVESTIGATE DEFORMATION PHENOMENA OF LARGE AREAS WITH LOW RESOLUTION DATA. 4.
3. Cavour, M., Moraga, J., Sebnem Duzgun, H., Soydan, H., & Jin, G. (2021). The DInSAR Analysis with Machine Learning for Delineating Geothermal Sites at the Brady Geothermal Field.
4. Comisión para América Latina y el Caribe. (2012). Diagnóstico de las Estadísticas del Agua Producto IIIc 2012-2.pdf. DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL AGUA.
<https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico>
5. Díaz Caravantes, R. E., Bravo Peña, L. C., Alatorre Cejudo, L. C., & Sánchez Flores, E. (2013). Presión antropogénica sobre el agua subterránea en México: Una aproximación geográfica. *Investigaciones geográficas*, 82, 93-103.
6. GAD PARROQUIAL Alhajúela. (2016, Julio 12). <http://gadalhajúela.gob.ec/>
7. Harris, R. (2010, mayo 25). Método Morfológico. PLANIFICACIONGENERAL'S BLOG. <https://planificaciongeneral.wordpress.com/2010/06/01/metodo-morfologico-3/v>
8. Hatch Kuri, Gonzalo. (2017). Agua subterránea y soberanía interdependiente: El caso de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos en la región binacional de Paso del Norte. *Norteamérica*, 12(2), 113-145. <https://doi.org/10.20999/nam.2017.b005>.
9. Liberata, S., Di Martire, D., Sica, S., Fiscante, N., Cicala, L., & Vincenzo Angelino, C. (2019). Application of DInSAR Technique to High Coherence Sentinel-1 Images for Dam Monitoring and Result Validation Through In Situ Measurements.
10. ., & Jin, G. (2021). The DInSAR Analysis with Machine Learning for Delineating Geothermal Sites at the Brady Geothermal Field.
11. Montoya, S. (2016, Octubre 27). Tutorial para descargar imágenes Sentinel 2 (resolución 10 m) y procesarlas en QGIS. Retrieved 07 14, 2021, from <https://gidahatari.com/ih-es/tutorial-para-descargar-imagenes-sentinel-2-resolucion-10-m-y-procesarlas-en-qgis>

12. Real, R. (2001, enero). Validación del modelo de deslizamientos superficiales, SHALSTAB, para el manejo forestal. Retrieved julio 14, 2021, from https://www.researchgate.net/publication/284902139_Validation_of_the_Shallow_Landslide_Model_SHALSTAB_for_forest_manage
13. Trevisani, S., & Cavalli, M. (2016, abril). Rugosidad direccional de flujo basada en topografía: potencial y desafíos. <https://esurf.copernicus.org/articles/4/343/2016/>
14. %20de%20las%20Estadísticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf