

Simulación del balance hídrico mediante la geomática en la cuenca del río Cañete

Resumen

Miriam Vilca Arana

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Ingeniero Químico colegiada y habilitada. Científica reconocida por la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, reconocida en el Ranking mundial de Científicos 2024. Doctora en ciencias ambientales por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Magister en Docencia Universitaria por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Docente pregrado y posgrado en universidades públicas y privadas. CHa realizado una pasantía internacional en la University of Cambridge, Reino Unido (UK) y ha Co-investigado y Co-liderado el Proyecto Environmental Impact Analysis methods and technologies: development, environment and impact mitigation in the Cañete valley, con científicos de la University of Cambridge. Actualmente es Científica y docente ordinaria en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Gerente general de Consultoría e Investigación SAC.

El problema del agua impacta negativamente en los ingresos económicos de los productores. El objetivo principal del artículo es evaluar la simulación del balance hídrico mediante la simulación geomática en la cuenca del río Cañete. De manera aproximada se calculó el valor real mediante la simulación geomática con el software ArGis. El enfoque es cuantitativo, tipo aplicado y diseño no experimental. Se determinó el balance hídrico en el río Cañete mediante el método Hargreaves y método Thomthwaite. En base a la evapotranspiración se calculó la precipitación, temperatura media, temperatura mínima y máxima. Se tomó como variables las mismas y como muestra la cuenca del río Cañete. Las técnicas aplicadas de recolección de datos son documentos y registros obtenidos de la base datos del Senamhi. Se realizó una proyección de 10 años para que el agua sea sostenible en el tiempo

Palabras claves: Simulación, Balance hídrico, Geomática, Río Cañete, Agua

Cómo citar este artículo: Vilca Arana, M. (2024). Simulación del balance hídrico mediante la geomática en la cuenca del río Cañete. *Aporte Santiaguino*, 17(2), Pág. 207–218. <https://doi.org/10.32911/as.2024.v17.n2.1184>

Recibido: 2024-08-17 | **Aceptado:** 2024-11-12



Moisture content and support value in cohesive soils in the Independence district

The water problem has a negative impact on the economic income of producers. The main objective of this article is to evaluate the simulation of the water balance through geomatic simulation in the Cañete River basin. The real value was roughly calculated using geomatic simulation with ArGis software. The approach is quantitative, applied type and non-experimental design. The water balance in the Cañete River was determined using the Hargreaves method and the Thomthwaite method. Based on evapotranspiration, precipitation, mean temperature, minimum and maximum temperature were calculated. The same variables were taken as variables and the Cañete river basin as shown. The data collection techniques applied are documents and records obtained from the Senamhi database. A 10-year projection was made for water to be sustainable over time.

Keywords: Simulation, Water balance, Geomatics, Cañete river, Water

Introducción

El agua es un recurso renovable y limitado. Es el principal factor determinante en el desarrollo económico y social y, al mismo tiempo, cumple la función básica de mantener la integridad del entorno natural. Pero es solo uno de los recursos naturales vitales y, por lo tanto, resulta indispensable que los aspectos hídricos sean tratados de forma integrada y no aislada. Por ello, el enfoque fragmentado ya no resulta válido y se hace esencial una visión integral para la gestión del agua. En estos puntos se encuentra el fundamento del enfoque para la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), aceptado ahora internacionalmente como el camino hacia un desarrollo y gestión eficientes, equitativos y sostenibles de unos

recursos hídricos cada vez más limitados y con demandas cada vez más competitivas. (González-Otoya, 2020, p. 44).

La cuenca del río Cañete está conformada hidrológicamente por ocho subcuencas: Tanta (cuenca alta), Alis, Laraos, Huantán, Aucampi, Cacara, Tupe, Huangascar y la cuenca misma del río Cañete (parte media; sectores de Carania, Yauyos, Colonia, Zuñiga, Pacarán y Lunahuaná; y parte baja, sector del río Cañete (ONERN, 2020; CEPES, 2020).

En la planificación hidrológica, el balance hídrico —elaborado considerando los recursos disponibles y las demandas— es una herramienta importante y básica puesto que permite definir si dicho sistema es excedentario o deficitario tanto para la situación actual como para cualquier situación futura. Por lo tanto, la utilidad del balance no se circunscribe a un breve tiempo determinado: debe realizarse tanto para el año actual como para el horizonte de planificación. Para todos los casos, los conceptos que necesariamente se tendrán que confrontar en el balance serán los siguientes: las demandas brutas consuntivas (Db), es decir, los consumos totales que se extraen del sistema hídrico; y los recursos disponibles, es decir, la fuente natural de agua (González-Otoya, 2020, p. 45).

En el año 2020, la UNESCO publicó el *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídrico: Agua y Cambio Climático* con el objetivo de ayudar a la comunidad del agua a enfrentar los desafíos del cambio climático e informar sobre las oportunidades que ofrece la gestión mejorada del agua en términos de adaptación y mitigación.

El informe de la UNESCO se centra en los desafíos, oportunidades y posibles respuestas al cambio climático, en términos de adaptación, mitigación y mejora de la resiliencia, que pueden abordarse mejorando

la gestión de los recursos hídricos, atenuando los riesgos relacionados con el agua y mejorando el acceso al suministro de agua y a los servicios de saneamiento para todos de manera sostenible.

Según la FAO (2012), la agricultura se enfrenta a retos complejos de aquí al 2050 para alimentar a una población que alcanzará 9 000 millones de personas. Una certeza, sin embargo, es que se necesitará más agua para producir el 60% de los alimentos adicionales que se calcula serán necesarios.

El río Cañete en la Estación Hidrológica Socsi, el día de hoy, alcanzó un caudal máximo de 243.51 m³/s (umbral hidrológico naranja) correspondiente a una anomalía de 42% respecto a su promedio histórico. Se estima que el caudal tenga una tendencia ascendente con posibilidad de sobrepasar su umbral de inundación, por lo que no se descarta algún potencial de desborde en el distrito de Lunahuana y parte de la cuenca baja de Cañete y se recomienda a la población precaución al realizar actividades cerca del río. (Boletín Informativo Hidrológico Indeci N° 105 Del 07-03-19).

Marín (1985), en su estudio “El uso del agua en Colombia”, afirma que Colombia es uno de los países más ricos del mundo en recursos hídricos. Su precipitación media es el doble de la de los países suramericanos. Posee más de 720 mil cuencas hidrográficas con un área menor de 20 kilómetros cuadrados. Posee más de mil ríos caudalosos, es decir, por todos sus costados escurre agua hacia los océanos y sin embargo el precioso líquido falta por todas partes. En el presente trabajo se analiza la importancia de la hidrología sobre las cuencas hidrográficas, en especial la utilización de técnicas y procedimientos para determinar la precipitación pluvial media de un área, las curvas de frecuencias, la medición de caudales, el análisis de escurrimiento superficial y todas las demás variables que se analizan en una cuenca.

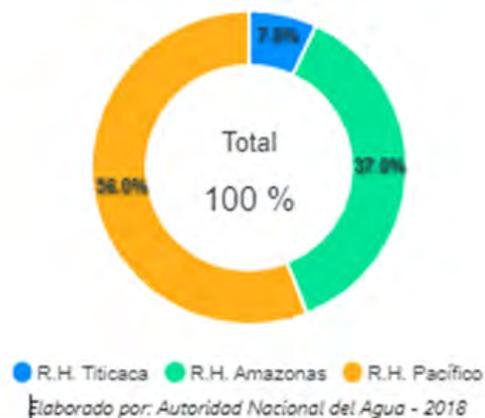
Las estaciones hidrométricas miden la cantidad de agua que fluye en los cuerpos de agua natural y artificial. Permiten determinar el caudal, a través del registro de nivel de agua que mediante la ecuación de transformación nivel-caudal, se determina en cada instante el caudal de paso.

El objetivo principal de la estación hidrométrica es obtener información sobre la cantidad de recursos hídricos superficiales, su distribución geográfica, así como su variabilidad a lo largo del tiempo.

El conocimiento de la cantidad de agua es de vital importancia para el planeamiento, control, diseño, operación y gestión de los recursos hídricos en nuestro país. A nivel nacional se cuenta con 295 estaciones de las cuales el 75% son administradas por el Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrología, la diferencia corresponde a Proyectos Especiales, Juntas de Usuarios, privados y la Autoridad Nacional del Agua.

A continuación, se muestra la distribución y cantidad de estaciones hidrométricas en porcentaje (%) por regiones hidrográficas. Se observa que el 56% de estaciones hidrométricas se encuentra en la Región Hidrográfica Pacífico, 37% en Amazonas y solo un 7% en el Titicaca (Ver figura 01)

Figura 1
Estaciones hidrométricas por región hidrográfica



[Simulación del balance hídrico mediante la geomática en la cuenca del río Cañete]

El presente estudio corresponde a un enfoque cuantitativo, no experimental, nivel de investigación descriptivo correlacional. Las unidades de análisis fueron los modelos digitales (rastres). La técnica utilizada para el recojo de información fue la revisión documental: documentos y registros en la base datos de SENAMHI y de la ANA.

Para analizar e interpretar la información se tuvo en cuenta los siguientes métodos:

Método de Isoyetas (precipitación, temperatura)

Teniendo como base la información de las precipitaciones mensuales y anuales de las estaciones cercanas al proyecto, brindada por el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (ANA) y con la ayuda de los ArcMap, se elaboró los mapas para caracterizar la cuenca.

Figura 2
Mapa de temperatura mínima (1981-2010) multianual de la cuenca del río Cañete

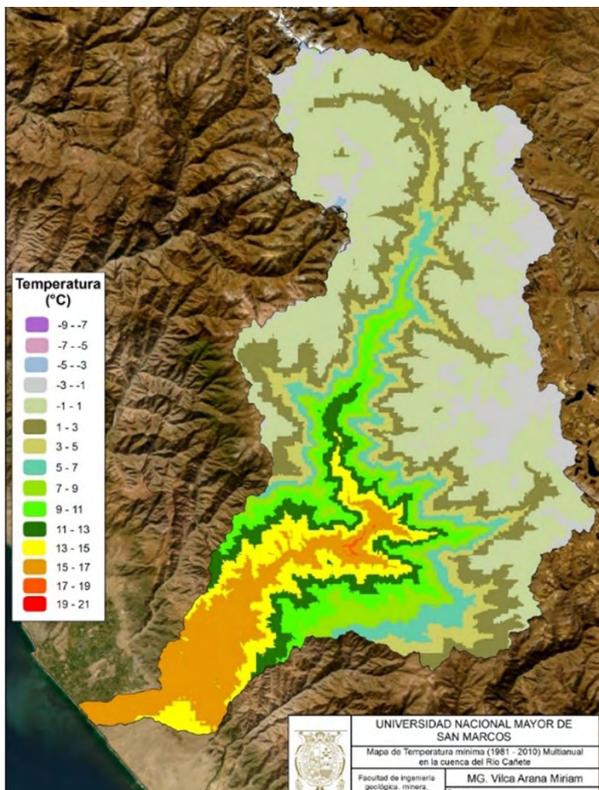


Figura 3
Mapa de temperatura máxima (1981-2010) multianual de la cuenca del río Cañete

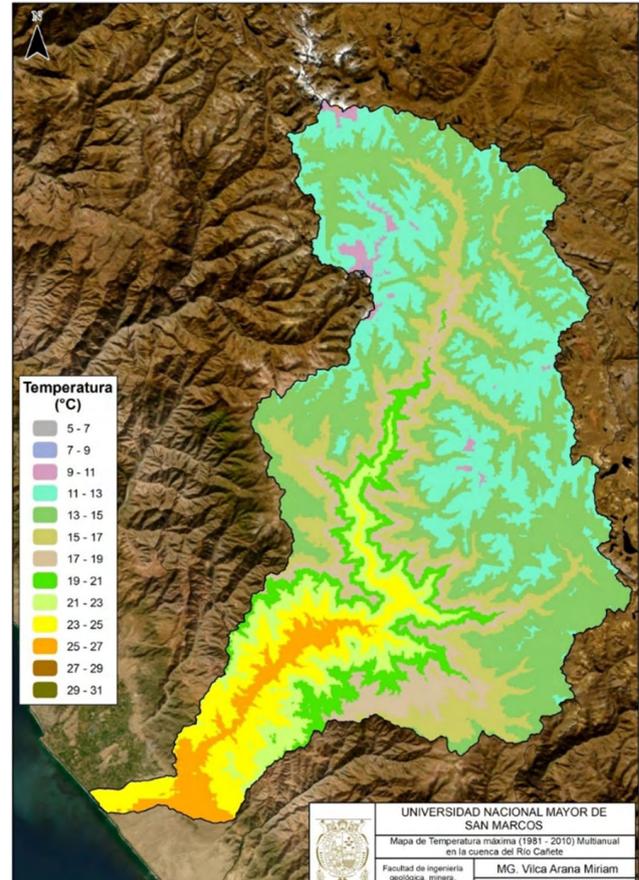


Figura 4

Mapa de temperatura media (1981-2010) multianual de la cuenca del río Cañete

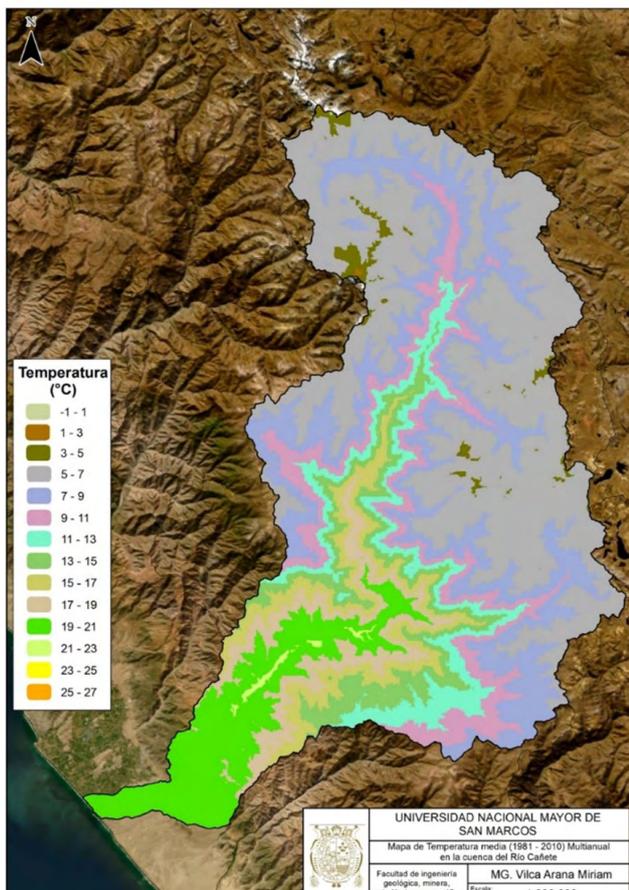
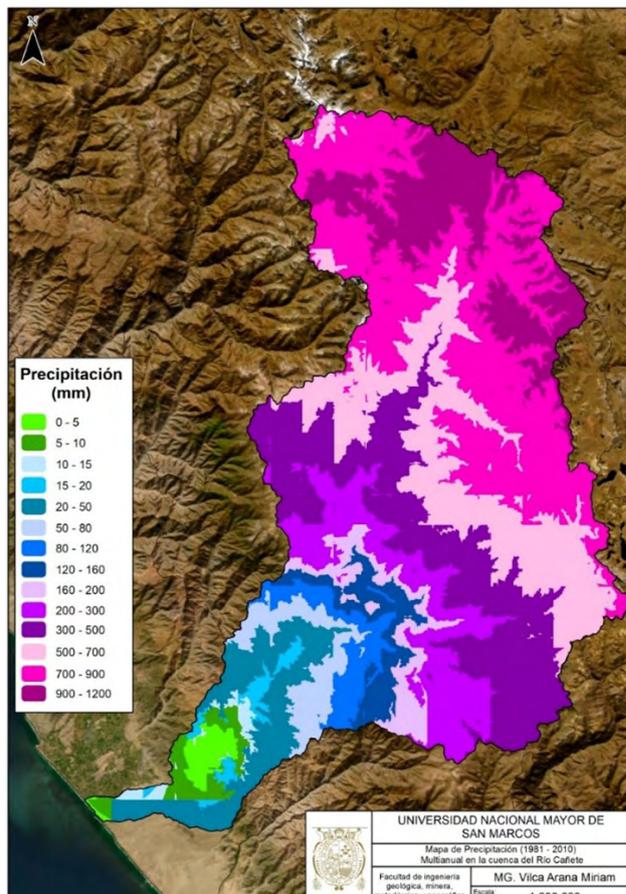


Figura 5

Mapa de precipitación (1981-2010) multianual de la cuenca del río Cañete



[Simulación del balance hídrico mediante la geomática en la cuenca del río Cañete]

Método Hargreaves:

*Formula simplificada.

$$ETP = 0,0023 (t_{med} + 17,78) R_o * (t_{max} - t_{min}) 0,5$$

(1)***Donde:**

ETP= evapotranspiración potencial diaria, mm/día

Tmed = temperature media diaria, °C

Ro = Radiación solar extraterrestre, en mm/día

(tabulada)

Tmax = temperature diaria máxima

Tmin = temperature diaria mínima

Los instrumentos de recolección que se emplearon son: registros de información realizando cálculos meteorológicos. Además, se utilizó el método de ISOYETAS aplicando el software ArGIS para determinar el balance hídrico en el río Cañete. También se utilizó el método Hargews para realizar la simulación.

Método Thomthwaite

$$P = ETR + ES + I$$

(2)

Donde:

P= Captación

ETR= Evapotranspiración

ES=Escorrentia superficial

I: Infiltración

Resultados

1. Se calculó el balance hídrico mediante el Software ArGis, teniendo en cuenta las variables de precipitación, y temperaturas, máxima mínima y media.

2. Se tomó como población la cuenca del río Cañete.
3. Se colocó como muestra no probabilística.
4. Las técnicas aplicadas de recolección de datos son: documentos, registros y estos han sido obtenidos de la base datos de SENAMHI y del observatorio del agua ANA.

Discusion

Martínez et al. (2006) indican un desplazamiento del frente estuarico del Río de la Plata de aproximadamente 300 km sobre la costa uruguaya, y una temperatura del agua mayor que la actual para la latitud considerada. Por su parte, Zaburlín et al. (2014) advierten de una especie invasora en la región y que es probable que en un futuro cercano se extienda a los tramos inferiores del río Paraná como consecuencia de una dispersión pasiva a través del cauce principal.

Juárez Pulache (2029), en su investigación sobre el balance hídrico mediante simulación numérica con Python en la Microcuenca Apacheta, Región Ayacucho, 2005 -2019, afirma que los parámetros de entrada que se tomaron en cuenta para la determinación del balance hídrico son: precipitación, evapotranspiración e infiltración. Para calcular la precipitación se aplicó el método de Thiesen; para calcular la evapotranspiración, el método de Thorntwaite; para calcular la infiltración, el método de Gremm Ampt. Las medidas de las variables de entrada de precipitación y evapotranspiración se obtuvieron de las estaciones meteorológicas ubicadas en la subcuenca Allpachaca – Chillarazo y de la variable infiltración se realizó mediante una muestra de suelo. En ambos casos se aplicó diferentes métodos matemáticos. Además, indica que el lenguaje de programación Python V.3 es un lenguaje libre y nuevo en el medio y sencillo de programar. Es actualizado y posee varias librerías para la programación en el área que se desea utilizar.

Conclusiones

Los parámetros de entrada que se tomaron en cuenta para la determinación del balance hídrico son: precipitación, evapotranspiración e infiltración. Para calcular la precipitación se aplicó el método Thomthwaite y para calcular la evapotranspiración se aplicó el método de Hargreaves. Las medidas de las variables de entrada de precipitación y evapotranspiración se obtuvieron de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río Cañete y de la variable infiltración se realizó mediante una muestra de suelo. En ambos casos se aplicó diferentes métodos matemáticos. Todo ello se realizó utilizando el software ArGis.

Referencias

González-Otoya, V. E. (2020). Los balances hídricos y los indicadores de atención de las demandas. *AGUA Y MÁS - Revista de la Autoridad Nacional del Agua*. <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/2527/ANA0001295.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UNESCO (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídrico: Agua y Cambio Climático*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611.locale=es>

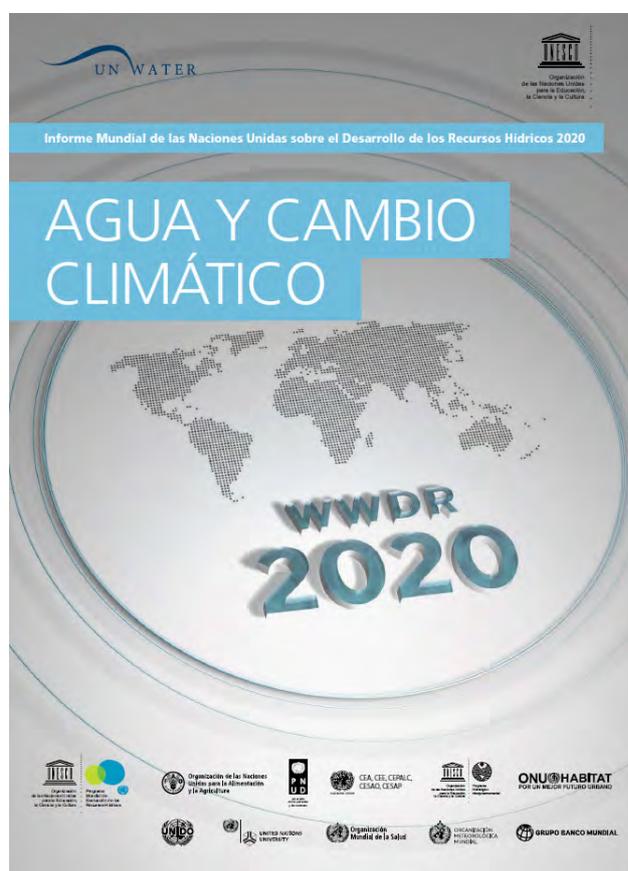
Juárez Pulache, J. C. (2019). *Evaluación Del Balance Hídrico Mediante Simulación Numérica Con Python En La Microcuenca Apacheta, Región Ayacucho, 2005 – 2019* [Proyecto de investigación, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga]. https://enlinea.unsch.edu.pe/oficinas/vri/wp-content/uploads/2020/10/29Proyecto-2019_Ju%C3%A1rez-Pulache.pdf

Martínez, S., Rojas, A., Ubilla, M., Verde, M., Perea, D., & Piñeiro, G. (2006). Molluscan assemblages from the marine Holocene of Uruguay: composition, geochronology, and

paleoenvironmental signals. *Ameghiniana*, 43, 385-397.

Zaburlín, N., Boltovskoy, A., Rojas, C., & Rodriguez, R. (2014). Primer registro del dinoflagelado invasor *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 en la Argentina y su distribución. *Limnetica*, 33, 153-159.

INDECI (2019). *Boletín Informativo Hidrológico Indeci*, N° 105 del 07-03-19.



[Simulación del balance hídrico mediante la geomática en la cuenca del río Cañete]

