

Evaluación de factores hidrológicos de la Cuenca Chambas para uso hidroenergético y agropecuario



<https://cu-id.com/2177/v33n4e02>

Evaluation of hydrological factors of the Chambas Basin for hydroenergy and agricultural use

[✉]Noidys Quirós-Martín^{1*}, [✉]Oscar Brown-Manrique¹,
[✉]Carlos Miguel Sánchez-Monteserín¹, [✉]Maiquel López-Silva^{II}

^IUniversidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez (UNICA), Ciego de Ávila, Cuba.

^{II}Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

RESUMEN: La evaluación de factores hidrológicos en las cuencas hidrográficas es esencial para la gestión sostenible del recurso hídrico y la planificación detallada de actividades productivas en un área determinada. El presente estudio se desarrolló en la Cuenca Hidrográfica del Río Chambas con el objetivo de evaluar diferentes factores hidrológicos de la cuenca y su contribución en la generación de hidroenergía y el abasto de agua al sector agropecuario. La metodología utilizada consistió en construir la curva de probabilidad de los caudales, estimar el caudal ecológico y de equipamiento; así como evaluar el potencial hidroenergético y el uso agropecuario del agua almacenada en el embalse. Los resultados demostraron que los caudales diarios del río se ajustaron adecuadamente la probabilidad de ocurrencia mediante un modelo polinómico de segundo orden. El caudal turbinable de la turbina Francis es de $2,08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y presenta una frecuencia absoluta de ocurrencia de 170 veces. El caudal ecológico del río determinado por el método del perímetro mojado fue de $0,038 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. La potencia de la turbina con el caudal turbinado de $11,30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ofrece valores superiores en relación con el caudal de $2,08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; sin embargo, este último resultado responde al estudio hidrológico realizado en la cuenca. El agua almacenada en el embalse se utiliza en un 39% para la producción de alimentos.

Palabras clave: caudal ecológico, caudal turbinado, escorrentía superficial, potencia de la turbina.

ABSTRACT: The evaluation of hydrological factors in hydrographic basins is essential for the sustainable management of water resources and the detailed planning of productive activities in a given area. The present study was developed in the Chambas River Hydrographic Basin with the objective of evaluating different hydrological factors of the basin and their contribution to the generation of hydropower and the supply of water to the agricultural sector. The methodology used consisted of constructing the flow probability curve, estimating the ecological and equipment flow; as well as evaluate the hydroenergy potential and agricultural use of the water stored in the reservoir. The results demonstrated that the daily river flows adequately adjusted the probability of occurrence using a second-order polynomial model. The turbine flow rate of the Francis turbine is $2,08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ and has an absolute frequency of occurrence of 170 times. The ecological flow of the river determined by the wetted perimeter method was $0.038 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. The turbine power with the turbinated flow rate of $11.30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ offers higher values in relation to the flow rate of $2.08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; However, this last result responds to the hydrological study carried out in the basin. 39% of the water stored in the reservoir is used for food production.

Keywords: Ecological Flow, Turbinated Flow, Surface Runoff, Turbine Power.

*Autor de correspondencia: Noidys Quirós-Martín, e-mail: noidysquirosmartin@gmail.com

Recibido: 03/01/2024

Aceptado: 14/09/2024

Los autores de este trabajo declaran no tener conflicto de intereses.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES: **Conceptualización:** N. Quirós, O. Brown. **Curación de datos:** N. Quirós, O. Brown, C. M. Sánchez. **Investigación:** N. Quirós, O. Brown. **Metodología:** N. Quirós, O. Brown, M. López. **Supervisión:** N. Quirós, O. Brown. **Validación:** N. Quirós, O. Brown, C.M. Sánchez. **Papeles/Redacción, borrador original:** N. Quirós, O. Brown. **Redacción, revisión y edición:** N. Quirós, O. Brown, C.M. Sánchez.

Artículo bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCION

En la actualidad el mundo traza nuevos retos para solucionar los problemas derivados de los sistemas energéticos tradicionales; entre estos problemas se encuentran el aumento de la demanda energética, el incremento de los costos de generación y la necesidad de reemplazar el recurso petróleo, por fuentes renovables de energía, donde alrededor del 20% de la electricidad se produce utilizando la energía hidráulica o hidroenergía (Monirul *et al.*, 2021; Pérez *et al.*, 2022).

La transformación agraria de Cuba se ha sustentado desde sus inicios en la visión de un modelo alternativo que incluyó la recuperación y el aprovechamiento de los recursos hídricos y energético, la construcción de nuevas plantas para el aprovechamiento de la hidroenergía, la instalación de molinos de viento y la difusión de las nuevas tecnologías agroecológicas para el tránsito hacia un nuevo modelo tecnológico organizativo en el sector agropecuario Arias, (2009); así como la preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible (Paneque *et al.*, 2015).

La energía hidroeléctrica es un tipo de energía renovable que produce impactos ambientales negativos en el caso de agua embalsada en presas; no obstante, la utilización de esta tecnología ofrece la ventaja de la diversificación energética y la posibilidad de desarrollo de las comunidades donde la energía generada es el sostén de las actividades productivas (Reyna *et al.*, 2017). Esta energía está relacionada con factores hidrológicos de una cuenca hidrográfica, esenciales en la generación de energía eléctrica; especialmente la curva de duración de caudales (Gallego & Carvajal, 2017). El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes factores hidrológicos de la Cuenca Chambas y su contribución en la generación de hidroenergía y el abasto de agua al sector agropecuario.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la Cuenca Hidrográfica del Río Chambas, situada en la vertiente norte de Cuba en la provincia de Ciego de Ávila; abarca los municipios de F y Chambas con un área de 384,374 km². Las coordenadas están comprendidas según el Sistema de Coordenadas Cuba Norte GCS_NAD27-CU en: Superior: 286754,723900 m; Izquierdo: 700995,360200 m; Derecho: 720785,727100 m; Inferior: 248273,406300 m.

En esta cuenca se encuentra el Conjunto Hidráulico Liberación de Florencia, de Ciego de Ávila, constituido por los embalses Chambas I (Cañada Blanca) y Chambas II; así como la Pequeña Central Hidroeléctrica “Alzamiento de Jagüecito” con una capacidad de generación de 1,2 MW con la utilización de turbinas del tipo Francis.

En la investigación se utilizó la técnica diagnóstica para la obtención de toda la información posible relacionada con las precipitaciones, el volumen de llenado del embalse y la producción de energía durante 10 años (2008-2018) con el empleo de diferentes herramientas como el análisis documental de informes técnicos, de la Empresa de Aprovechamientos Hidráulicos y la Unión Eléctrica respectivamente.

La curva de probabilidad de los caudales del río Chambas se construyó a partir de los valores de caudales registrados, el cálculo de la probabilidad de excedencia con la función empírica de Weibull y la construcción del gráfico con los datos de caudal en el eje de las ordenadas y los respectivos valores de probabilidad en el eje de las abscisas (Gallego y Carvajal, 2017).

El caudal ecológico (Q_{eco}) se estimó mediante el método del Perímetro Mojado Benetti *et al.* (2003); Brown *et al.* (2016), sustentado en la construcción de una curva de caudal (Q) en función del perímetro mojado del río (P_m); posteriormente se encontró el caudal ecológico en el punto de inflexión de esta curva. Este procedimiento requiere conocer, la altura de cada vertical (h), la velocidad instantánea promedio en cada vertical, los caudales parciales, el caudal total, la velocidad media y el radio hidráulico para la simulación de las profundidades esperadas en cada vertical de la sección transversal al variar el caudal medio del río (Q_m) y la relación funcional entre Δ_v y ΔA .

El caudal de equipamiento (Q_e) y el caudal mínimo técnico (Q_{mt}) de la turbina se estimaron según Castro (2006). En el caso del caudal mínimo técnico se seleccionó un factor de proporcionalidad (K) de 0,35 para la turbina Francis. Las ecuaciones utilizadas fueron:

$$Q_e = Q_m - Q_{eco} \quad (1)$$

$$Q_{mt} = KQ_e \quad (2)$$

La evaluación del potencial hidroenergético se realizó a partir de datos del caudal turbinado (Q_e), las curvas características del embalse y la cota de emplazamiento de la turbina. Esta información permitió calcular el desnivel en cada cota del volumen de agua en el embalse y finalmente la potencia de la turbina con la utilización de las siguientes ecuaciones:

$$P = \frac{\rho g Q_e H_n \eta}{1000} \quad (3)$$

$$H_n = (C_{NA} - C_{IT}) - \left(\frac{10,67 L Q_e^{1,852}}{c^{1,852} D^{4,87}} \right) \quad (4)$$

Donde: P es la potencia de la turbina (kW), ρ la densidad del agua (kg m^{-3}), g la aceleración de la gravedad (m s^{-2}), Q_e el caudal turbinado ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), H_n la altura del salto neto (m), η la eficiencia de la turbina (adimensional), C_{NA} la cota del nivel de agua en el embalse (m), C_{IT} la cota de instalación de la turbina (m), L la longitud de la tubería de presión (m), C el coeficiente de rugosidad de la tubería, D el diámetro de la tubería (m)

La evaluación de la producción hidroenergética consistió en analizar el comportamiento de las variables precipitaciones, volumen de llenado del embalse y producción de energía en cada uno de los meses del periodo evaluado. Con los datos se construyó el gráfico de comportamiento de las variables en el periodo evaluado y se elaboró la curva de tendencia de la producción de energía de la instalación.

La evaluación del uso de la escorrentía almacenada en el embalse de la presa con fines agropecuario se fundamentó en el comportamiento del volumen de agua entregado por la presa para ser utilizado en la producción de alimentos en el área atendida por esta importante obra hidráulica.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la [Figura 1](#) se muestra la curva de probabilidad de los caudales diarios promedios correspondiente al río Chambas en la provincia Ciego de Ávila. En la figura es posible obtener el valor del caudal diario del río para cualquier año característico que se desee. En este sentido [Rivera & Penalba \(2018\)](#) realizaron estudios en regiones de Cuyo y Patagonia en Argentina para seleccionar la distribución de probabilidades con mejor ajuste a las frecuencias de caudales observados; sin embargo, en este estudio se logró que los valores de caudales diarios del río se ajustaron adecuadamente la probabilidad de ocurrencia (Pr) mediante un modelo polinómico de segundo orden con un alto coeficiente de determinación (R^2) que alcanzó en este caso un valor de 0,9903:

$$Q_m = 0,0004Pr^2 - 0,105Pr + 6,529 \quad (5)$$

El análisis de la serie temporal de los caudales diarios del río Chambas permitió determinar el caudal medio (Q_m) con un valor de $2,12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Este parámetro constituye la base para el diseño de la turbina Francis; obteniéndose, un caudal turbinable (Q_e) de $2,08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, un caudal ecológico (Q_{eco}) de $0,038 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y un caudal mínimo técnico (Q_{mt}) de $0,73 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; lo que indica que este es el límite inferior para que la turbina hidráulica instalada genere energía eléctrica.

En la [Figura 2](#) se muestra el histograma de frecuencias de caudales del río Chambas. Se comprueba que el caudal de $2,12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ presenta la mayor frecuencia absoluta con una ocurrencia de 170 veces, muy próximo a seis meses, lo que confirma que este valor se corresponde con la probabilidad del 50%.

En la [Figura 3](#) se muestra la sección transversal del río Chambas, la cual se utiliza como punto de partida para las simulaciones posteriores de la velocidad del flujo y las profundidades esperadas en cada vertical de la sección transversal al variar el caudal promedio del río. La relación funcional entre la velocidad instantánea promedio en cada vertical (Δv) y las áreas parciales (ΔA) en la sección transversal del río respondió a un modelo lineal con elevado coeficiente de determinación (R^2) de 0,9989, como se expone en la ecuación siguiente:

$$\Delta v = 8,366\Delta A + 0,002 \quad (6)$$

La sección transversal puede simularse a partir del modelo tipo polinómico de segundo orden y coeficiente de determinación (R^2) de 0,9812. Este modelo permite la determinación de la profundidad de cada vertical (h) en la sección transversal del río en función de la distancia desde la margen izquierda de la sección transversal.

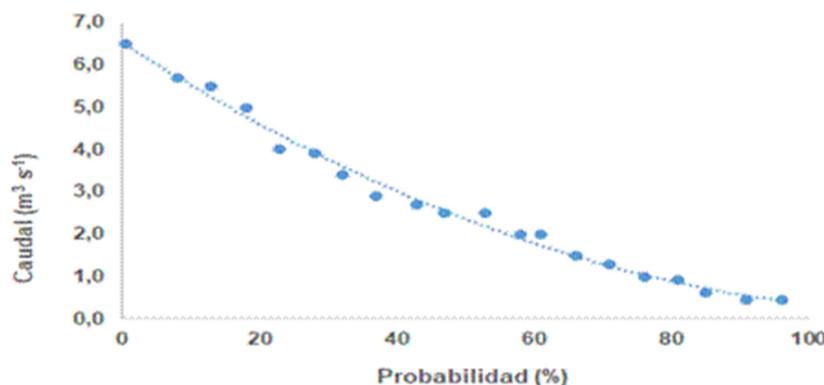


FIGURA 1. Curva de probabilidad de los caudales del río Chambas.

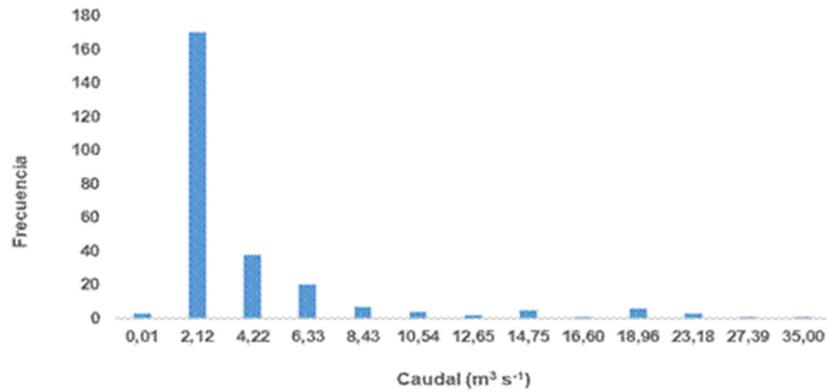


FIGURA 2. Histograma de frecuencias relativas de caudales del río Chambas.

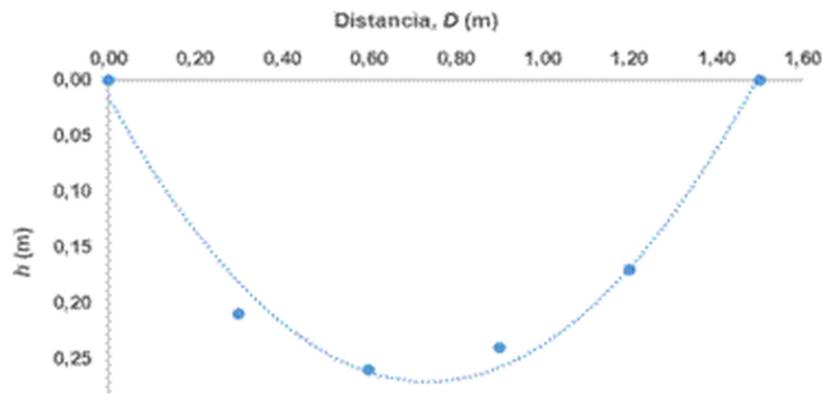


FIGURA 3. Sección transversal del río Chambas.

$$h = -0,472D^2 + 0,695D + 0,015 \quad (7)$$

Con los datos de caudales y perímetro se trazó la curva que se muestra en la [Figura 4](#), en la que se observa un punto de inflexión a partir del cual se encontró el caudal ecológico del río. Este caudal alcanzó el valor de $0,038 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; siendo cercano al caudal mínimo promedio del río; por lo que se puede considerar al método del perímetro mojado como un estimador aceptable del caudal ecológico en las condiciones del río Chambas.

Los valores de la curva característica de la presa Chambas I (Cañada Blanca), ofrecida por la Empresa de Aprovechamientos Hidráulicos permitieron relacionar las cotas de agua del embalse, H (m) con el volumen de agua embalsado, V (hm^3); obteniéndose una función polinómica de segundo grado con un elevado coeficiente de determinación R^2 de 0,9925.

$$H = -0,581V^2 + 104,31V - 4635,30 \quad (8)$$

En la [Tabla 1](#) se presenta la potencia bruta de la turbina Francis para una central de embalse, calculada con el caudal de diseño y el caudal turbinado en el rango del nivel de aguas normales y la cota de

emplazamiento de la turbina (84,00 y 57,00 m) para la presa Chambas I (Cañada Blanca), lo que permitió encontrar la altura de generación (H_n) para cada una de las cotas del nivel del agua (H).

La estimación de la potencia con el caudal turbinado de $11,30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (50% del caudal máximo de la obra de toma) y un rendimiento del 93% que es el recomendado para este tipo de turbina, se obtuvieron valores que fueron superiores en relación con el cálculo teniendo en cuenta la potencia bruta de la turbina Francis en caso de que se tratara de una central de agua fluyente, calculada con el caudal turbinado de $2,08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (respetando el ecosistema fluvial) y un caudal mínimo técnico de $0,73 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, el cual representa el límite inferior para que la turbina hidráulica pueda generar energía eléctrica bajo las condiciones evaluadas.

El resultado simulado para el caso de la central de agua fluyente responde al estudio hidrológico realizado en la cuenca. De esta manera, el aprovechamiento hidroenergético garantiza una mejor protección del medio ambiente sobre la base de la planeación y operación de los proyectos hidroeléctricos orientados en minimizar los impactos negativos debido a los efectos del cambio climático a nivel mundial y los eventos climáticos extremos ([Bedoya & López, 2015](#)).

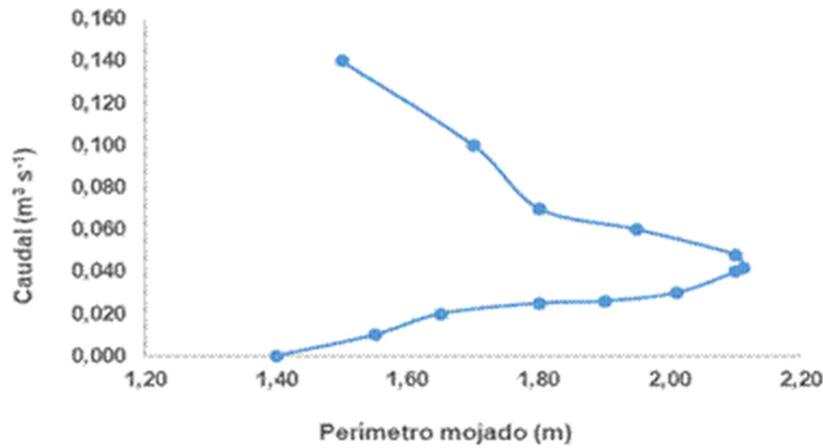


FIGURA 4. Caudal ecológico por el método del perímetro mojado.

TABLA 1. Potencia de la turbina calculada con los caudales de diseño y turbinado.

Cota de agua, C_{NA} (m)	H (m)	$Q_e = 11,30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	$Q_e = 2,08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
		P (kW)	P (kW)
84	27,00	2769,60	509,80
80	23,00	2359,29	434,28
76	19,00	1948,98	358,75
72	15,00	1538,67	283,22
68	11,00	1128,36	207,70
64	7,00	718,04	132,17
60	3,00	307,73	56,64

La generación de la energía hidroeléctrica se produce mediante la conversión de la energía cinética del agua en energía eléctrica utilizando turbinas hidráulicas teniendo en cuenta varios factores, como la cantidad de agua disponible en la cuenca, altura de generación, el tipo de turbina que se instale, el caudal que llega a la turbina y especialmente el caudal ecológico para que sea sostenible el proyecto hidroenergético (Meza & Aparicio, 2018).

En la Figura 5 se muestra el comportamiento de las variables producción de energía, precipitaciones y volumen de llenado del embalse en una escala de tiempo mensual. El comportamiento de las precipitaciones refleja que entre los meses de mayo a octubre se obtienen los mayores acumulados y entre

noviembre y abril existe una decadencia considerable en este parámetro meteorológico.

En cuanto al volumen acumulado se observa que, en todos los meses del año, no se logra altos porcentajes en el llenado del embalse, lo que influye en la producción de energía eléctrica debido a la reducción de la altura de generación, el caudal de turbinado y la potencia de la turbina. A partir del mes de noviembre hasta marzo ocurren descensos considerables en los volúmenes del embalse; sin embargo, el volumen se incrementa a partir del mes de mayo hasta octubre; siendo el periodo más favorable en la producción de energía para satisfacer la demanda de consumo energético para los diferentes sectores de la economía en especial la población y la agricultura.

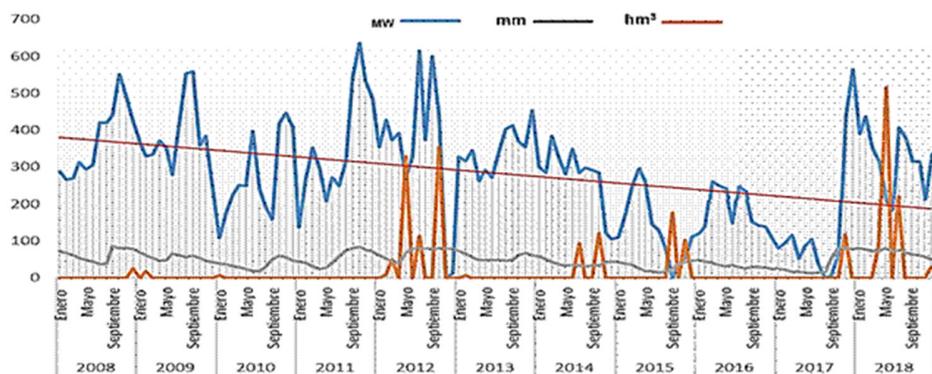


FIGURA 5. Producción de energía según las precipitaciones y el volumen de llenado.

El análisis del uso de la escorrentía almacenada en el embalse de la presa con fines agropecuario revela que el mayor consumidor del Sistema Hidráulico liberación de Florencia es la generación de energía eléctrica mediante la Pequeña Central Hidroeléctrica con el 37,7%, seguida por el Grupo Empresarial AZCUBA con el 20,5% para actividades relacionadas con la producción de caña de azúcar y sus derivados; así como en el autoconsumo. El ministerio de la agricultura emplea el 13,9% en la ganadería, el cultivo de arroz, cultivos varios y hortalizas; por su parte, el Ministerio de la Industria Pesquera utiliza el 4,6% para la producción acuícola.

Los restantes consumidores son la población que recibe el 1,4% para el abasto y el Ministerio de la Construcción en la industria de materiales de la construcción. Este resultado indica la importancia de los embalses para el aseguramiento de recursos hídricos para la utilización de sus aguas en periodos de déficit hídricos, lo que contribuye a la seguridad alimentaria de la de la zona.

Estudios realizados por [Mendoza & Campos \(2021\)](#) demostraron la necesidad de valorar la precipitación y escorrentía de la cuenca por constituir un aporte a la solución del problema del déficit de agua existente en una zona; lo que contribuye a la determinación del potencial hídrico, su almacenamiento en la estación de lluvias y su posterior uso en épocas de sequías para satisfacer las necesidades hídricas, tanto para riego como para consumo humano.

Existen contradicciones entre el agua utilizada para la generación hidroeléctrica y el riego agrícola. Estas contradicciones se manifiestan en la distribución de los recursos hídricos entre diferentes usos, lo que dificulta satisfacer la demanda de agua para ambos fines y requiere tomar decisiones y acciones de naturaleza integral, transdisciplinarias y participativas, principios que se relacionan con la gestión del agua y el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos ([Cazorla, 2003](#)).

CONCLUSIONES

- Los caudales diarios del río se ajustaron a la probabilidad de ocurrencia mediante un modelo polinómico de segundo orden con un coeficiente de determinación de 0,9903. El caudal turbinable de la turbina Francis es $2,08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. El caudal mínimo técnico es de $0,73 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y el caudal ecológico determinado por el método del perímetro mojado es $0,038 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.
- La estimación de la potencia de la turbina con el caudal turbinado de $11,30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ofrece valores superiores en relación con el caudal de $2,08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Este último responde al estudio hidrológico realizado en la cuenca y garantiza el aprovechamiento hidroenergético con la protección del medio ambiente.

- El agua almacenada en el Sistema Hidráulico liberación de Florencia es utilizada para la producción de alimentos por parte de los siguientes consumidores: Grupo Empresarial AZCUBA, Ministerio de la Agricultura y Ministerio de la Industria Pesquera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, G.M.D.L.A.: “Cuba: reforma y transformación agraria. La crisis de los noventa y el proceso de desestatalización de la agricultura”, *Revista IDEAS*, 3(1): 6-29, 2009, ISSN: 2451-6910.
- BEDOYA, V.H.; LÓPEZ, L.J.M.: “Modelo para el Control de Inundaciones durante el Fenómeno de “La Niña” Utilizando un Embalse Hidroeléctrico”, *Información Tecnológica*, 26(2): 89-100, 2015, DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200011>.
- BENETTI, A.; LANNA, E.; COBALCHINI, M.: “Metodologías para la determinación de caudales ecológicos en ríos”, *Revista Brasileña de Recursos Hídricos*, 8(2): 149-160, 2003, ISSN: 2318-0331.
- BROWN, M.O.; GALLARDO, B.Y.; WILLIAMS, H.P.W.; TORRES, M.Y.: “Caudal ecológico del río Chambas en la provincia Ciego de Ávila”, *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 37(1): 58-71, 2016, ISSN: 1680-0338.
- CASTRO, A.: *Minicentrales hidroeléctricas, [en línea]*, Inst. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Madrid, España, 175 p., 2006, Disponible en: http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Minicentrales_hidroelectricas_A2006.pdf, [Consulta: 18 de enero de 2017].
- CAZORLA, C.X.: “Conflictos en el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos: la Crisis de la Gobernabilidad y los Usuarios del Agua”, *Ecología política*, 25: 35-52, 2003, ISSN: 1130-6378.
- GALLEGO, A.S.; CARVAJAL, S.L.F.: “Regionalización de curvas de duración de caudales en el Departamento de Antioquia-Colombia”, *Revista EIA*, 27: 21-30, 2017, ISSN: 1794-1237.
- MENDOZA, C.J.; CAMPOS, C.A.: “Análisis Hidrológico de la Cuenca Rocafuerte para Estimar el Potencial Hídrico de la Zona”, *Revista Tecnológica - ESPOL*, 33(1): 8, 2021, ISSN: 1390-3659, DOI: <https://doi.org/10.37815/rte.v33n1.783>.
- MEZA, P.B.; APARICIO, J.: “Evaluación del potencial hidroenergético a pequeña escala en cuencas hidrológicas con un modelo lluvia-escurrimiento”, *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9(1): 69-87, 2018, ISSN: 0187-8336, DOI: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-01-05>.

- MONIRUL, I.M.; ASHFAQ, A.; SALMAN, R.; HEMAL, C.; TAMAL, C.; PIYAL, C.; SADIQ, M.S.; YOUNG, K.P.: “An overview of the hydropower production potential in Bangladesh to meet the energy requirements”, *Environ. Eng. Res.*, 26(6): 200-514, 2021, ISSN: 1226-1025, DOI: <https://doi.org/10.4491/eer.2020.514>.
- PANEQUE, P.L.A.; KINDELÁN, C.L.; COPA, R.J.R.: “Identificación de aspectos ambientales en la comunidad La Victoria, Santiago de Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1): 65-71, 2015, ISSN: 1010-2760.
- PÉREZ, C.B.; GARCÍA, F.L.; FONG, B.J.; DOMÍNGUEZ, A.H.R.; PEÑA, P.L.: “Control del proyecto de una mini hidroeléctrica auxiliar para una pequeña central”, *Ingeniería Mecánica*, 25(2): 647, 2022, ISSN: 1815-5944.
- REYNA, T.; REYNA, S.; LÁBAQUE, M.; RIHA, C.; GÓNGORA, C.: “Desafíos ambientales para uso de la hidrogenación”, *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 8(3): 1-12, 2017, ISSN: 0718-8706.
- RIVERA, J.A.; PENALBA, O.C.: “Distribución de probabilidades de los caudales mensuales en las regiones de cuyo y patagonia (Argentina): Aplicación al monitoreo de sequías hidrológicas”, *Meteorológica*, 43(2): 25-46, 2018, ISSN: 1850-468X.

Noidys Quirós-Martín. M.Sc., Prof. Auxiliar, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez (UNICA), Departamento de Mecánica Aplicada, Ciego de Ávila, Cuba.

Oscar Brown-Manrique. Dr.C., Prof. Titular, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez (UNICA), Centro de Estudios Hidrotécnicos (CEH), Ciego de Ávila, Cuba. e-mail: obrown@unica.cu.

Carlos Miguel Sánchez-Monteserín. Dr.C., Prof. Titular, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez (UNICA), Departamento de Mecánica Aplicada, Ciego de Ávila, Cuba. e-mail: monte@unica.cu.

Maiquel López-Silva. Dr.C., Prof. Titular, Universidad Ricardo Palma, Perú. e-mail: maiquel.lopez@urp.edu.pe.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a fines de identificación, no existe ningún compromiso promocional relacionado con los mismos, ni para los autores ni para el editor.