

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,
Volumen 8, Número 1.

DOI de la Revista: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1

FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN HIDROELÉCTRICA PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA EN EL PUYO, ECUADOR

**FEASIBILITY OF HYDROELECTRIC IMPLEMENTATION FOR
THE UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA IN PUYO,
ECUADOR**

José Antonio Romero

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

María Del Cisne Loján

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Edwin Basantes

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Andrea Yajaira Romero

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Juan Elías González

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10343

Factibilidad de la implementación hidroeléctrica para la Universidad Estatal Amazónica en el Puyo, Ecuador

José Antonio Romero¹jromero@uea.edu.ec<https://orcid.org/0000-0001-7870-2908>Universidad Estatal Amazónica
Ecuador**María Del Cisne Loján**mlojan@uea.edu.ec<https://orcid.org/0000-0001-5345-5859>Universidad Estatal Amazónica
Ecuador**Edwin Basantes**ef.basantesb@uea.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-2262-0222>Universidad Estatal Amazónica
Ecuador**Andrea Yajaira Romero**ay.romerop@uea.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-6734-1040>Universidad Estatal Amazónica
Ecuador**Juan Elías González**jgonzalez@uea.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-0674-7741>Universidad Estatal Amazónica
Ecuador

RESUMEN

En un esfuerzo por promover la sostenibilidad y reducir la huella de carbono, la Universidad Estatal Amazónica (UEA) está considerando la implementación de una mini planta hidroeléctrica (MPH) en su campus como una fuente de energía renovable viable y sostenible. Se realizó el estudio del caudal del río puyo cerca al campus, análisis de coste-beneficio (ACB), y se evaluaron los impactos ambientales mediante métodos estandarizados de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Los análisis revelaron un caudal medio anual de 25,85 m³/s en el sitio propuesto, permitiendo una capacidad de generación de 280 kW. La implementación de una central hidroeléctrica en el campus universitario es técnicamente viable y económicamente factible, con beneficios ambientales significativos. El proyecto no solo reducirá la huella de carbono de la universidad, sino que también servirá como un modelo educativo para la promoción de prácticas sostenibles. La investigación destaca la importancia de integrar consideraciones económicas, técnicas y ambientales en la planificación de infraestructuras energéticas renovables en el sector educativo.

Palabras clave: hidroeléctrica, consumo eléctrico, impacto ambiental, renovables, caudal

¹ Autor principal

Correspondencia: jromero@uea.edu.ec

Feasibility of Hydroelectric Implementation for the Universidad Estatal Amazónica in Puyo, Ecuador

ABSTRACT

In an effort to promote sustainability and reduce carbon footprint, the Universidad Estatal Amazónica (UEA) is considering the implementation of a mini hydroelectric plant (MHP) on its campus as a viable and sustainable renewable energy source. A study of the Puyo River's flow near the campus, cost-benefit analysis (CBA), and environmental impacts were evaluated using standardized Environmental Impact Assessment (EIA) methods. The analyses revealed an average annual flow rate of 25,85 m³/s at the proposed site, allowing for a generating capacity of 280 kW. Implementing a hydroelectric plant on the university campus is technically feasible and economically viable, with significant environmental benefits. The project will not only reduce the university's carbon footprint but also serve as an educational model for promoting sustainable practices. The research highlights the importance of integrating economic, technical, and environmental considerations in planning renewable energy infrastructure in the education sector.

Keywords: hydroelectric, electricity consumption, environmental impact, renewables, flow rate

Artículo recibido 25 enero 2024

Aceptado para publicación: 27 febrero 2024



INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es un recurso indispensable para el desarrollo humano, social y económico de cualquier país. Sin embargo, en muchas regiones del mundo, especialmente en las zonas rurales y aisladas, el acceso a la electricidad es limitado o nulo, lo que afecta negativamente la calidad de vida y las oportunidades de las personas. Según el Banco Mundial, en el 2019, el 8,6% de la población mundial carecía de acceso a la electricidad, siendo África Subsahariana y Asia Meridional las regiones más afectadas. (Criollo & Quezada, 2011).

A inicios de la década de los noventa, Canadá y Estados Unidos eran las primeras potencias generadoras de electricidad, Canadá obtiene un 60% de su electricidad de centrales Hidráulicas. La hidroelectricidad en todo el mundo representa aproximadamente la cuarta parte de la producción total de electricidad y sigue aumentando. La central hidroeléctrica Itaipú, está situada en Brasil y Paraguay, se inauguró en 1982 y tiene la mayor capacidad generadora del mundo con una potencia instalada de 14 000 MW. (Fernández et al., 2017).

Actualmente existen 8 proyectos hidroeléctricos emblemáticos en el Ecuador por el MEER, los que proporcionarán un incremento de 2.756 MW a la matriz eléctrica del Ecuador, son: Manduriacu, Mazar Dudas, Sopladora, Toachi-Pilatón, Quijos, Delsitanisagua, Minas-San Francisco, Coca Codo Sinclair (MEER, 2012).

En el caso del Ecuador, el acceso a la electricidad ha mejorado significativamente en las últimas décadas, alcanzando una cobertura del 98,7% en el 2019. (Acosta, 1992). Sin embargo, aún existen brechas entre las zonas urbanas y rurales, así como entre las diferentes regiones del país. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el 2018, el 99,9% de los hogares urbanos contaba con servicio eléctrico, mientras que en los hogares rurales el porcentaje era del 94,4%. Asimismo, la región amazónica presentaba la menor cobertura eléctrica del país, con un 91,4%. (CONELEC, 2021).

La Universidad Estatal Amazónica (UEA) es una institución pública de educación superior ubicada en la provincia de Pastaza, en la región amazónica del Ecuador. La UEA tiene como misión formar profesionales competentes, comprometidos con el desarrollo sostenible de la Amazonía y el país, mediante la generación y difusión de conocimientos científicos, tecnológicos y culturales. Para cumplir con esta misión, la UEA requiere contar con un suministro eléctrico confiable, eficiente y económico,

que le permita desarrollar sus actividades académicas, administrativas e investigativas, así como brindar un servicio de calidad a sus estudiantes, docentes y personal.

Sin embargo, la UEA enfrenta una serie de problemas relacionados con el abastecimiento eléctrico, tales como:

- Dependencia de la red eléctrica nacional, que presenta frecuentes interrupciones y fluctuaciones de voltaje, afectando el funcionamiento de los equipos y la continuidad de las actividades.
- Elevado costo de la factura eléctrica, que representa una carga financiera para la institución y limita su capacidad de inversión en otros rubros.
- Bajo aprovechamiento de los recursos hídricos disponibles en el territorio, que podrían ser utilizados para generar energía limpia y renovable, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y al desarrollo sostenible de la región.

Ante esta situación, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la factibilidad de implementar una mini central hidroeléctrica dentro del campus de la UEA, con el fin de contribuir a sus objetivos de sostenibilidad y autosuficiencia energética. (Morales et al, 2014). Una mini central hidroeléctrica es una instalación que aprovecha el caudal y el desnivel de un río o una quebrada para generar electricidad, mediante el uso de una turbina, un generador y un transformador. (Amaya, *et. al.*, 2009).

Una mini central hidroeléctrica tiene una capacidad de generación menor a 10 MW y puede abastecer de energía a comunidades aisladas o a instituciones públicas que buscan reducir su dependencia de la red eléctrica y su huella de carbono. (OLADE, 2001). Se analizó el comportamiento del río Puyo. (Alvarado & Apolo, 2019).

Para realizar este estudio, se adoptó un enfoque integral que incluye los siguientes aspectos:

- Análisis de viabilidad técnica: se realizó un estudio hidrológico, topográfico y geológico del sitio, utilizando herramientas GIS y mediciones de campo, para determinar el caudal, el desnivel y la potencia disponibles, así como el diseño de las obras civiles y el dimensionamiento de los equipos necesarios para la instalación de la mini central hidroeléctrica.
- Evaluación de impacto ambiental: se identificaron y evaluaron los posibles impactos ambientales que podría generar el proyecto, tanto en la fase de construcción como en la de operación, considerando los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del entorno. Se propusieron

medidas de mitigación, prevención y compensación para minimizar los impactos negativos y maximizar los positivos.

- **Análisis financiero:** se estimaron los costos y beneficios asociados al proyecto, incluyendo los costos de inversión, operación y mantenimiento, así como los ingresos por la venta de energía y los ahorros por la reducción del consumo de la red eléctrica. Se calculó la rentabilidad del proyecto, utilizando indicadores como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el periodo de recuperación de la inversión.

Los resultados obtenidos indicaron que la implementación de una mini central hidroeléctrica es factible y sostenible en el sitio seleccionado, con una capacidad proyectada de generación de energía de 280 kW. La evaluación de impacto ambiental sugiere que los impactos son mínimos y controlables, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación propuestas. La percepción comunitaria es mayoritariamente positiva, con una gran cantidad de encuestados que apoyan el proyecto y un alto porcentaje que están dispuestos a participar en él.

El estudio demuestra la factibilidad de implementar una mini central hidroeléctrica en la UEA, resaltando su potencial para avanzar hacia la autosuficiencia energética y reforzar los compromisos institucionales con la sostenibilidad. Se recomienda proceder con la fase de planificación detallada, asegurando la participación de todas las partes interesadas y el cumplimiento de las normativas legales y técnicas vigentes. (ARCE, 2019).

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para realizar este estudio se basa en los siguientes métodos:

Recopilación de información, se revisaron fuentes bibliográficas, documentales y cartográficas relacionadas con el tema de la energía hidroeléctrica, el contexto de la universidad estatal amazónica, el río Puyo y sus características hidrológicas, geológicas y ambientales, así como los aspectos técnicos, económicos y sociales de la implementación de una mini central hidroeléctrica. Se consultaron también bases de datos oficiales, como el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC, 2021), el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE), entre otros. Se obtuvieron datos estadísticos sobre el consumo eléctrico mensual y anual de la UEA, así como el consumo estimado por bloques

actual y futuro, considerando el crecimiento de la demanda y la oferta de energía.

La metodología empleada en la investigación sobre el potencial hidroeléctrico del río Puyo, situado en el campus de la Universidad Estatal Amazónica, se enmarcó en un enfoque de Gestión y Conservación Ambiental. Esta investigación se caracterizó por ser de tipo no experimental y adoptó un diseño explicativo, centrado en comprender y explicar las variables e interacciones en estudio. Para la recolección y análisis de datos, se recurrió a métodos de observación directa y análisis cuantitativo, permitiendo una evaluación detallada del consumo eléctrico de la universidad, la demanda energética necesaria y el comportamiento hídrico del río Puyo.

Las mediciones in situ fueron fundamentales para recabar datos precisos sobre el caudal y otras características relevantes del río, complementadas con el uso de ecuaciones específicas que facilitaron la interpretación y el cálculo de variables clave. Este enfoque metodológico permitió no solo entender las dinámicas actuales del río y su entorno sino también proyectar escenarios futuros en función de las necesidades energéticas de la universidad.

Un aspecto crucial de la investigación fue el dimensionamiento de los componentes de una minicentral hidroeléctrica (MCH). (Fundación Solar, 2013), adaptada a las condiciones específicas del río Puyo. Este proceso incluyó el diseño del canal de desvío, el reservorio, la tubería forzada y la selección de la turbina más adecuada. (Carta et al., 2009). Para ello, se aplicaron ecuaciones y metodologías probadas, teniendo en cuenta las experiencias y datos de proyectos hidroeléctricos similares en Ecuador. La selección de la turbina, por ejemplo, se basó en análisis detallados del caudal y la altura de caída disponibles, asegurando así la viabilidad técnica y ambiental del proyecto propuesto. Este enfoque integral y detallado subraya la importancia de una planificación cuidadosa y un análisis exhaustivo en el desarrollo de proyectos de energía renovable. (Godoy, 2013).

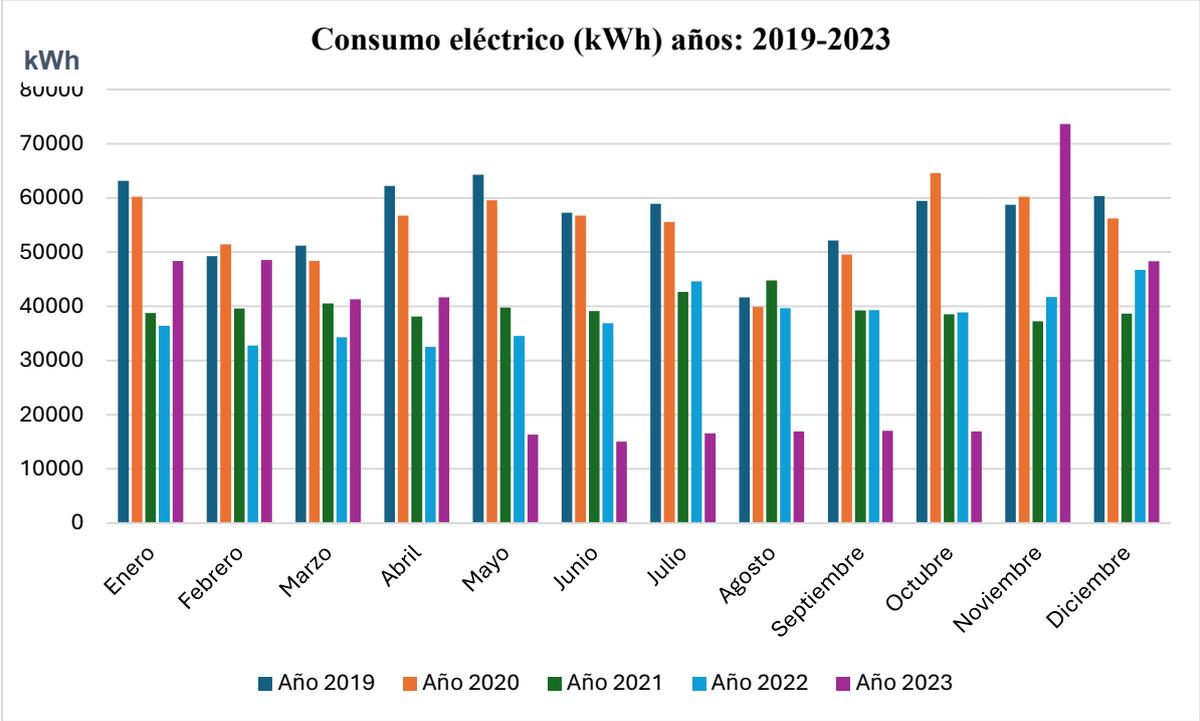
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre 2019 y 2023, se observó un incremento progresivo en el consumo eléctrico, destacando noviembre de 2023 con el mayor consumo registrado de 73 651 kWh. El consumo eléctrico del año 2019 fue normal de acuerdo a las actividades académicas y administrativas en la Universidad Estatal Amazónica; en los años 2020 y 2021 no fueron normales estas actividades debido a la epidemia del COVID 19 las cuales fueron virtuales por este motivo el consumo eléctrico es bajo; de la misma manera desde el año 2022

hasta octubre del año 2023 algunas actividades académicas se realizaron de manera virtual afectando el consumo normal eléctrico en la Institución; a partir del mes de noviembre del año 2023 se normalizaron todas las actividades académicas teniendo un consumo eléctrico normal.

Los resultados del Consumo eléctrico se muestran en la Figura 1.

Figura 1. Resultados del Consumo Eléctrico



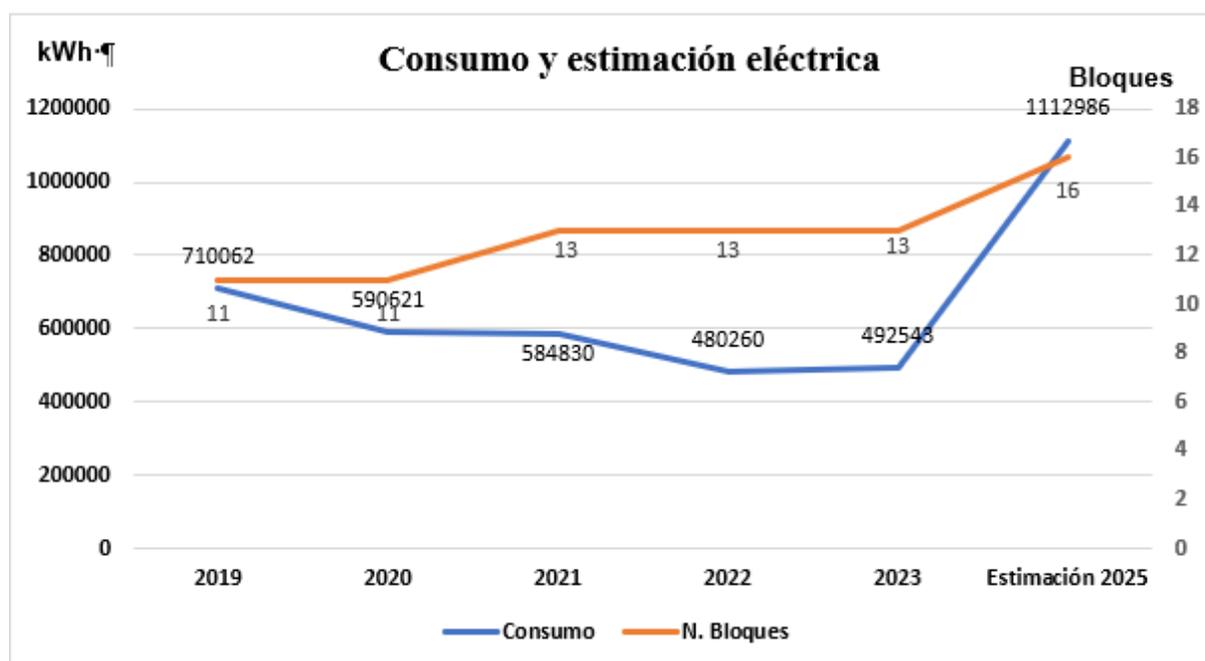
Fuente: EEASA 2024.

Se visualiza en la Figura 1, que los meses de menor consumo son febrero, marzo agosto y septiembre debido a que en estos meses se suspende la jornada académica debido a finalización de semestre, al contrario de los meses que muestran un mayor consumo debido a las jornadas académicas normales.

En la Figura 2, se observa un incremento del consumo eléctrico en el año 2023 debido a la normalización de todas las actividades presenciales en la Institución; se anticipa un crecimiento continuo del consumo eléctrico, proyectando hasta 1 112 986,14 kWh anuales para 2025, debido a la expansión de la infraestructura de la UEA.



Figura 2. Consumo eléctrico actual y su estimación al futuro



EEASA 2024

Al año 2025 se prevé la construcción de tres bloques más, posiblemente similares al bloque J, estimando un consumo total de 9 623,16 kWh/mes

Potencia Requerida

La potencia calculada para satisfacer la demanda de la UEA muestra un incremento, destacando la necesidad de 281,57 kW para 2025, según Tabla 1.

Tabla 1. Potencia calculada estimada

CAMPOS	Planillas Mensual	Planilla Anual	Estimación Actual	Estimación al 2024	Estimación al 2025
Energía (kWh)	64890	677040	59171,80	83109,85	92748,85
Tiempo h	12	12	12	12	12
Factor de simultaneidad	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Días	30,5	365	30,5	30,5	30,5
Potencia (kW)	196,99	171,75	179,64	252,31	281,57

Fuente: Elaboración propia cambiado de (EEASA 2024)

La capacidad proyectada basada en la previsión del consumo eléctrico para el año 2025 es la más elevada y, por lo tanto, será la referencia para determinar las dimensiones de la Pequeña Central Hidroeléctrica. Sin embargo, este cálculo está sujeto a posibles variaciones dependiendo de las futuras construcciones de infraestructura en la Unidad de Estudio del Área.

Dinámica Fluvial del Río Puyo

Se observaron variaciones notables en el flujo del río Puyo, presentando un caudal mínimo de 913 m³/s y alcanzando un pico máximo de 5 938 m³/s durante distintas épocas del año. (Sucoshañay, 2016). En la Tabla 2, se muestra los resultados del caudal obtenido.

A partir de los datos recolectados sobre el caudal y con el apoyo de literatura especializada, se consolidó información referente al flujo de agua para los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre del año 2023. (Castillo et. al., 2012)

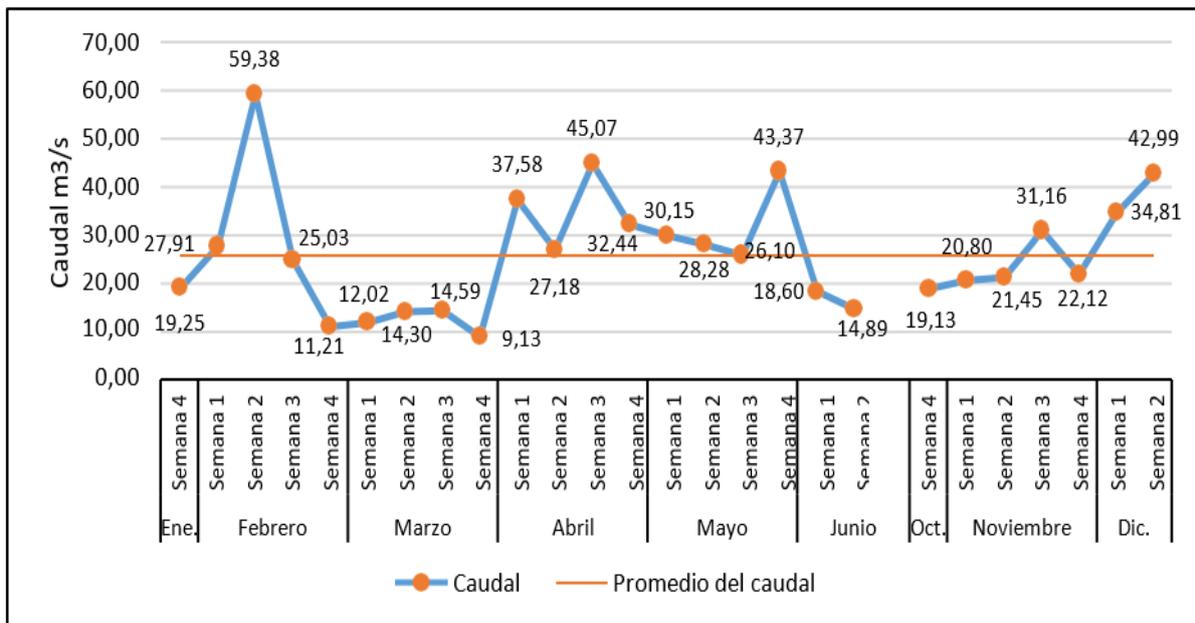
Tabla 2. Resultados del caudal

Resultados del caudal	
Perímetro promedio (m)	10,34
Área promedio (m ²)	10,32
RH (radio hidráulico, en m)	1,00
Pendiente (m)	0,0025
n (constante)	0,03
Velocidad (m/s)	1,66
Caudal (m ³ /s)	17,17

Fuente: Romero 2023

Se identificó, como se muestra en la Figura 3, el caudal más bajo del año 2023 durante la cuarta semana de marzo, registrando 9,13 m³/s. Este valor se tomó como referencia para establecer el caudal ecológico, fijado en 0,9 m³/s, y el caudal aprovechable, calculado en 8,21 m³/s. El caudal medio anual se determinó en 25,85 m³/s.

Figura 3. Comportamiento Hídrico del Río Puyo.



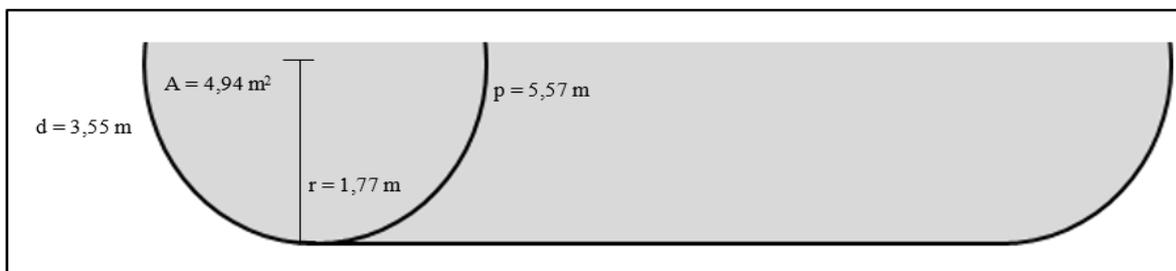
Romero 2023

La Figura 3, muestra que el caudal máximo registrado, según fuentes bibliográficas, ocurrió en la segunda semana de febrero, alcanzando los 59,38 m³/s, en contraste con el máximo caudal medido directamente en este proyecto, que se registró en la segunda semana de diciembre con 42,99 m³/s. Además, se determinó que el 90% del caudal mínimo observado en el año 2019 se consideraría como caudal aprovechable, correspondiendo este a un 32% del caudal medio anual.

Dimensionamiento de Infraestructura Hidroeléctrica

Se definieron las dimensiones óptimas para el canal de desvío y el reservorio, optando por un escenario que minimiza el impacto ambiental, de acuerdo la Figura 4.

Figura 4. Canal de desvío

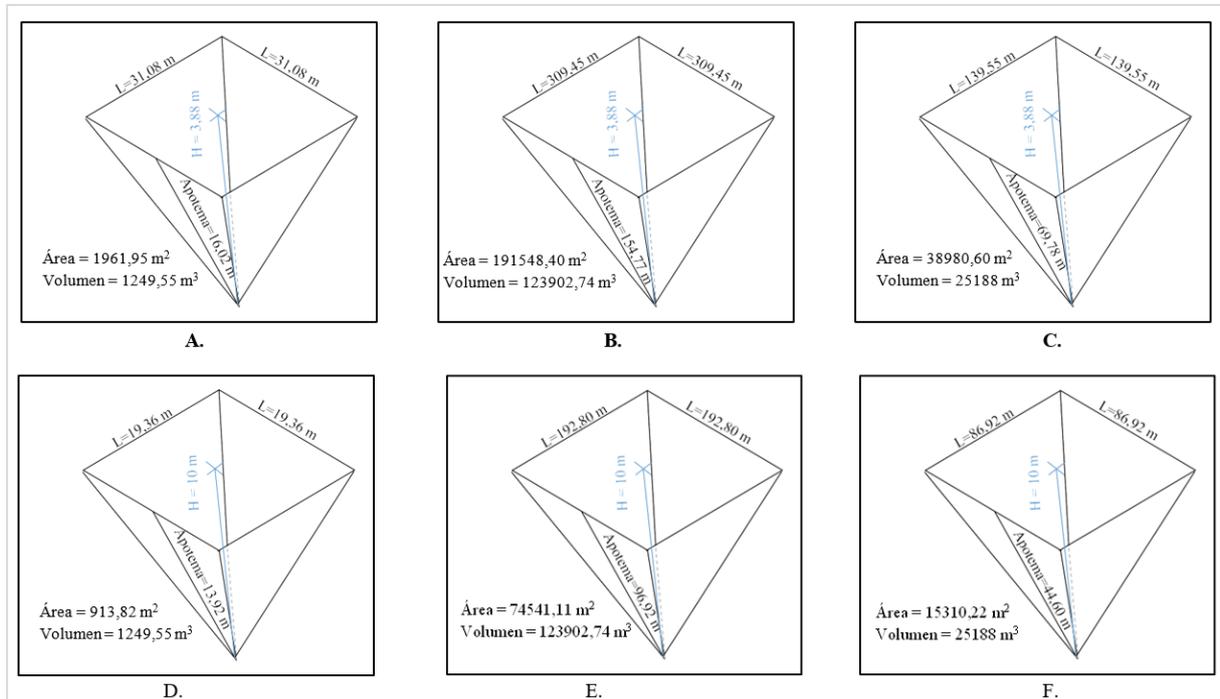


Romero 2023

La distancia no es objeto de cálculo directo debido a que depende de la trayectoria que sigue el río hasta alcanzar el reservorio.

La Figura 5, muestra el dimensionamiento del canal de reservorio de seis diferentes escenarios, para la pequeña central hidroeléctrica (PCH).

Figura 5. Canal de Reservorio



Romero 2022

Donde:

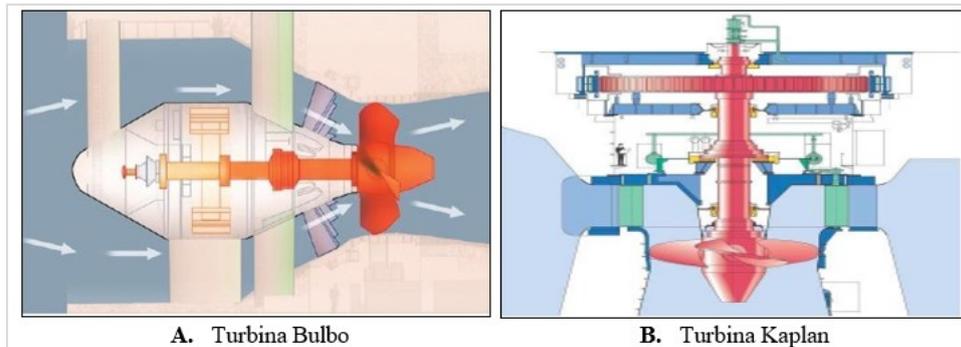
- A. Reserva en comparación a hidroeléctrica Copal con la altura calculada.
- B. Reserva en comparación a hidroeléctrica Agoyán con la altura calculada.
- C. Reserva en comparación a hidroeléctrica Coca codo Sinclair con la altura calculada.
- D. Reserva en comparación a hidroeléctrica Copal con la altura a 10 metros
- E. Reserva en comparación a hidroeléctrica Agoyán con la altura a 10 metros
- F. Reserva en comparación a hidroeléctrica Coca codo Sinclair con la altura a 10 metros.

En el análisis presentado en la Figura (5), se evidencia que los escenarios A y D exhiben los valores más reducidos, implicando que el área requerida para la construcción es menor, lo cual resulta en impactos ambientales menos significativos en comparación con los escenarios B, C, E, y F, los cuales demandan un área de construcción más amplia y, por ende, generan un impacto ambiental mayor en la zona afectada. Tras evaluar las opciones, el escenario D se identifica como el más favorable para el desarrollo de esta Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH). (Ortiz, 2001), ya que la mayor altura (salto neto) facilita la generación de una mayor cantidad de potencia, mientras que la base de menor tamaño requiere un

área de deforestación e inundación reducida. El incremento a una altura de 10 metros permitirá alcanzar una potencia efectiva superior, estimada en 725,28 kW. (Loboguerrero, 2016).

La turbina Kaplan fue seleccionada por su adecuación al caudal y salto neto del proyecto, ideal para las condiciones del río Puyo, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Diseño de Turbinas Adecuación al caudal y salto neto



Rodríguez, 2008

Las turbinas Kaplan, clasificadas como turbinas de reacción de admisión completa, se adaptan óptimamente a condiciones de baja altura (hasta 50 metros) y caudales moderados a altos (desde 15 m³/s). (CFE - Comisión Federal de Electricidad, 2015). Estas turbinas se caracterizan por tener ejes verticales. En contraste, las turbinas tipo Bulbo se recomiendan para aplicaciones con pequeñas alturas de caída y caudales con alta variabilidad. Dada su adecuación a las condiciones específicas del proyecto, se sugiere seleccionar la turbina Kaplan por razones de factibilidad. (Hacker, 2011).

CONCLUSIONES

En 2019, el campus central de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) registró un consumo de energía de 677 040 kWh, proyectándose un incremento hasta 1 112 986,14 kWh para el año 2025. La demanda de potencia necesaria para satisfacer las necesidades actuales de la UEA es de 196 994,54 W, estimándose un aumento a 281 569,05 W para el 2025.

Respecto al río Puyo en el segmento del puente km 2 ½ en 2019, se observó un caudal medio de 25,85 m³/s, con un mínimo de 9,13 m³/s y un máximo de 59,38 m³/s, junto a una velocidad de 1,66 m/s y un caudal aprovechable para la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) de 8,21 m³/s.

El canal de desvío presentó una sección transversal de 4,94 m², un radio de 1,77 m, un diámetro de 3,55 m, y un perímetro de 5,57 m, extendiéndose desde el punto de desvío hasta el reservorio seleccionado.

Para el reservorio, se optó por el escenario D, que cuenta con un área de 913,82 m², un volumen de 1249,55 m³, una altura de 10 metros y dimensiones de base de 19,36 m. Asimismo, la tubería forzada tiene un área de 4,94 m², un radio de 1,25 m, un diámetro de 2,51 m, y un perímetro de 7,87 m, cubriendo la distancia desde el reservorio hasta la turbina. Dado el caudal útil de 8,21 m³/s y un salto neto de 3,88 m, se seleccionó una turbina Kaplan.

El potencial hidroeléctrico del río Puyo se considera adecuado para cubrir la demanda eléctrica actual y futura de la UEA mediante la implementación de una PCH de flujo continuo, la cual se espera que genere impactos ambientales mínimos. Con las dimensiones establecidas, se anticipa que la potencia efectiva generada alcance los 725 278,30 W.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, A. (1992). El reto de las Energías en las próximas décadas. Ecuador Siglo XI, Proyecto CONADE/GTZ. Obtenido de:

<http://biblioteca.iaen.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=27224>

Alvarado, O., y Apolo, A. (2019). Caracterización hidrológica y geomorfológica de la subcuenca del río puyo en el tramo Fátima-sector puente km 2 ½ vía puyo-tena (Proyecto de investigación de pregrado). Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador

Amaya, F., Hernández, D., Villegas, D. (2009). Estudio de las micro y mini plantas eléctricas hidráulicas (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador. El Salvador.

ARCE. Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (noviembre 2023). Balance Nacional de Energía Eléctrica. Obtenido de

<https://www.regulacionelectrica.gob.ec/balance-nacional/>

Carta, J. A., Calero, R., Colmenar, A. y Castro (2009). Centrales de energías renovables. Generación eléctrica con energías renovables. Madrid.

Castillo, L., Maicelo, J., Vigo, C., Castro, J., y Oliva, S. (2012). Análisis morfométrico y batimétrico del lago Pomacochas (Perú). Revista científica INDES 2(2): 90-97, ISSN: 2310-0664°. DOI: 10.25127/indes.201402.009. Obtenido de:

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/103/193>

CFE. Comisión Federal de Electricidad. (2015). Turbina Hidráulica Tipo Bulbo. México. Obtenido de:

<https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/o/W8300-28.pdf>

CONELEC (2021). “Cobertura de servicio eléctrico a nivel nacional”. Obtenido de:

<http://www.conelec.gob.ec/contenido.php?cd=10275&l=1>

Criollo, X. & Quezada, C. (2011). Diseño de una mini central de energía hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. Ecuador.

EEASA (2019): Planillas de consumo eléctrico en el campus Puyo de la UEA de los años 2017-2023. (Facturas no publicadas de la institución).

Fernández, E., Carrión, S., Jaén, E., Luque, L., Vizcaino, A. (2017). Energía Hidráulica. I.E.S. Victoria Kent de Torrejón de Ardoz (Madrid). Obtenido de:

<http://www.educa.madrid.org/web/ies.victoriakent.torrejondeardoz/Departamentos/DFyQ/energia/e-3/energias.htm>

Fundación Solar (2013). Centrales hidroeléctricas de pequeña escala, la experiencia de la Fundación Solar en Guatemala. Guatemala: Tritón imágenes y comunicaciones. Obtenido de: .
de:<https://www.undp.org/content/dam/guatemala/06%20Centrales%20Hidroel%C3%A9ctricas%20peque%C3%B1a%20escala.pdf>.

Godoy, J. (2013). Desde Paute hasta Coca Codo Sinclair 40 años de hidroenergía en el Ecuador. Discurso alrededor de cambio de matriz energética. (Tesis de posgrado). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Ecuador

HACKER industrial (2011). Turbinas Hidráulicas Pelton. Obtenido de:

<http://www.hacker.ind.br/pelton.htm>

Loboguerrero, J. (2016). Pequeñas centrales Hidroeléctricas. Revista de Ingeniería. Obtenido de:

<http://dx.doi.org/10.16924%2Friua.v0i44.925>. Colombia

MEER. Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (2012). Obtenido de:

<http://www.ccs.gob.ec/comofunciona.html>



Morales, S., Corredor, L., Paba, J., Pacheco, L. (2014). Etapas de desarrollo de un proyecto de pequeñas centrales hidroeléctricas: Contexto y criterios básicos de implementación. Redalyc. DYNA 81 (184), pp. 178-185. Medellín.

OLADE- Organización Latinoamericana de Energía, 2001. Minicentrales Hidroeléctricas (Manual para toma de decisiones). Obtenido de: .

<http://biblioteca.olade.org/opactmpl/Documentos/old0230.pdf>

Ortíz, R. (2001). Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.

Obtenido de:

<http://www.bibvirtual.ucb.edu.bo:8000/opac/Author/Home?author=ORTIZ+FLOREZ%2C+RAMIRO>

Rodríguez, A (2008). Física y Tecnología Energética. Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica. Obtenido de: . <https://ocw.unican.es/course/view.php?id=219§ion=1>

Sucoshañay, D. (2016). Propuesta para el ordenamiento ambiental de la cuenca del río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana (Tesis de posgrado, Universidad de la Habana. Habana).

