

**Informe técnico ES-23 INFORME ACTIVIDAD
R01P05A10**

Entidad SENA: Servicio
financiadora Nacional de
Aprendizaje



Entidad ejecutora E-Sight ingeniería



Elaborado por Orlando Copete Abril-2022
Murillo
Alejandro Ceren

E SIGHT SAS

Nit: 900912407-2

La compañía **E-SIGHT SAS**, es una empresa de ingeniería y tecnología formada en el 2015, dedicada a dar solución a las necesidades de nuestros clientes a partir del conocimiento, la creatividad y la innovación, agregando valor para tener un mayor control de los procesos desde la planeación hasta la ejecución de los proyectos, buscando la mayor calidad en el producto final.

Información

Correo: ocaingtec@gmail.com

Contacto: MSc. Ing. Mecánico Orlando de Jesús Copete Murillo

Celular: 3164206735



Tabla de contenido

1	Resumen.....	3
2	Introducción.....	4
3	Objetivo.....	5
4	Desarrollo.....	0
4.1	RESULTADOS TEÓRICOS.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1	Cálculo matemático de potencia en la turbina.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.2	Conclusion parte teórica.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2	RESULTADOS BAJO TECHO.....	0

1 Resumen

El uso de las fuentes energéticas no convencionales en detrimento de las fuentes convencionales generadoras de emisiones CO₂ ha ido en aumento, por el criterio de conciencia ambiental que les permite a estas nuevas alternativas de generación eléctrica renovables, generar electricidad sin la injerencia del ser humano preservando el ecosistema que la rodea. Esto ha incentivado que cada día se registren nuevos desarrollos que eficientizan la generación eléctrica, haciéndolas más amigables a las condiciones geográficas particulares de cada lugar. Entre los sistemas de generación no convencional, se encuentran las centrales hidrocínéticas de capacidades micros que por su diseño, adaptabilidad y portabilidad se convierte en una gran solución de generación para poblados o zonas que se encuentran alejadas, cercanas a fuentes hídricas y que son de difícil acceso, para llegar a ellas.

Dicho lo anterior y transitando en la dirección de las políticas energéticas del país, las cuales están priorizando el uso de estas tecnologías. Este trabajo presenta un prototipo funcional de una central hidrocínética para ser utilizado en una fuente hídrica del municipio de Quibdó, capital del departamento del Chocó para generar una capacidad eléctrica entre 4kW y 8kW. Que, por razones de difícil accesibilidad debido dificultades propias de la geográfica y escasez de personal capacitado, el equipo considerado debe cumplir con criterios de fácil transportabilidad, instalación, disponibilidad, confiabilidad y mínimos requerimientos de servicios de mantenimiento.

2 Introducción

Según la CREG (Comisión Reguladora de Energía y Gas), Colombia tiene la generación y la distribución de energía dividida, en centrales hidroeléctricas que son el 77% y un 18% en centrales térmicas de la generación en el país, pero existen regiones que están fuera de la interconexión nacional.

Las zonas no interconectadas (ZNI), que equivalen según un estudio hecho por el ministerio de minas al 52% del territorio nacional, incluyen departamentos, municipios, corregimientos, localidades y caseríos. De estos muchos viven una extrema situación social, son de difícil acceso y tienen mala o nula infraestructura civil, lo cual hace imperativo un sistema de generación de energía eléctrica de fácil implementación en la ZNI.

Aprovechando el potencial hidrográfico que posee el territorio del Chocó, la empresa E-SIGHT SAS se plantea la necesidad de conceptualizar, diseñar y construir un sistema inteligente con tecnología IOT autoadaptable para la generación de energía eléctrica mediante el potencial hídrico para regiones con ríos llanos (poca pendiente) con caudales medianos a altos, que no requieran para su operación personal técnico especializado, con periodos largos entre mantenimiento en zona de al menos 3 a 4 años, que se pueda instalar en la corriente del río sin equipo especial y de fácil transporte por la dificultad de acceso que estas ZNI presentan ante la limitada infraestructura vial. Al construir el prototipo funcional la información lograda permitirá caracterizar, escalar e implementar sistemas de generación a cualquier río de poca cabeza hidráulica (ríos llanos). El equipo tendrá un testeo bajo techo para la prueba preliminar del equipo y posteriormente en campo. Éste será probado en ríos del departamento del Chocó.

Con la ejecución de este proyecto se busca:

1. Elevar la calidad de vida en todas las comunidades rivereñas de difícil acceso y que adolecen de energía eléctrica, posibilitando un mejor desarrollo de la población.
2. Proveer conocimiento acerca de estos tipos de generación de energía en el ámbito nacional e internacional.
3. Implementar un sistema verde de generación de energía eléctrica que no conlleve desplazamiento de tierra forzado, manteniendo el ecosistema sin alteraciones.

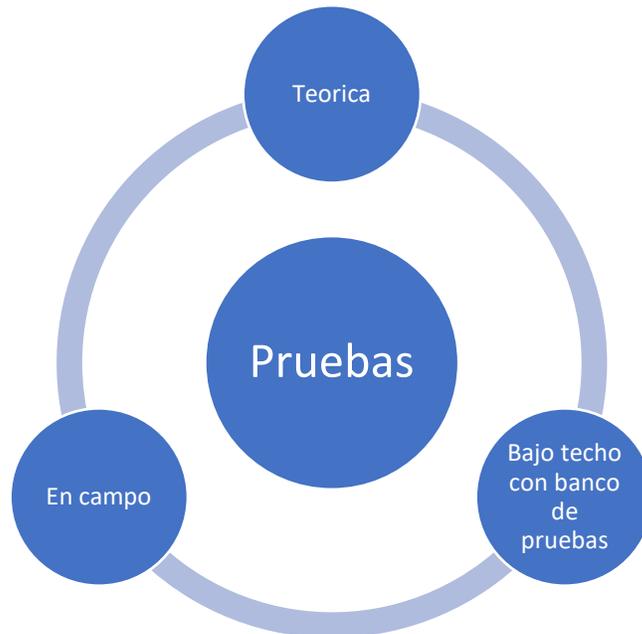
3 Objetivo

El objetivo del proyecto es aumentar la provisión de energía eléctrica en las zonas no interconectadas mediante el desarrollo de un sistema de generación de energía hidráulica que se pueda configurar, escalar construir y que sea autorregulable requiriendo mínimos trabajos de mantenimiento; utilizado en ríos de poca diferencia de altura.

En este informe, se presenta la documentación resultante de las pruebas realizadas en sitio y en campo, con sus datos y conclusiones.

4 Desarrollo

Las pruebas que se realizaron partieron de una metodología teórica práctica en las cuales las pruebas realizadas fueron divididas primero en resultados teóricos, segundo en pruebas de sitio o bajo techo, mediante el banco de pruebas y por último, pruebas de campo para conocer la respuesta del equipo desarrollado



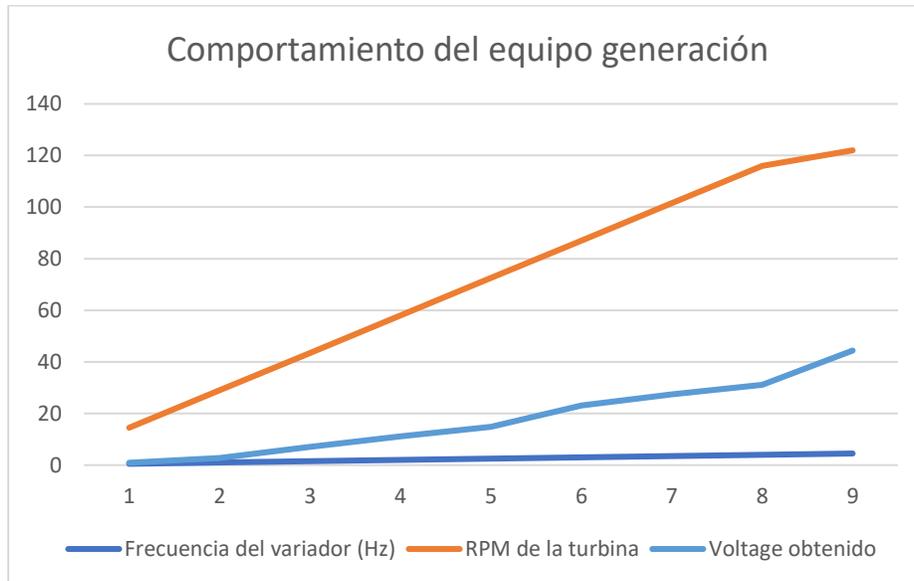
4.1 PRUEBAS BAJO TECHO

Las pruebas realizadas, se obtuvieron en el sitio de ensamble en la ciudad de Medellín por razones de accesibilidad tecnológica, en el cual contó con el equipo de pruebas que fue conectado a la turbina de manera que en un ambiente controlado generáramos los rpm de operación promedio y tomábamos los datos para verificar el funcionamiento.

Se anexan fotos y videos.

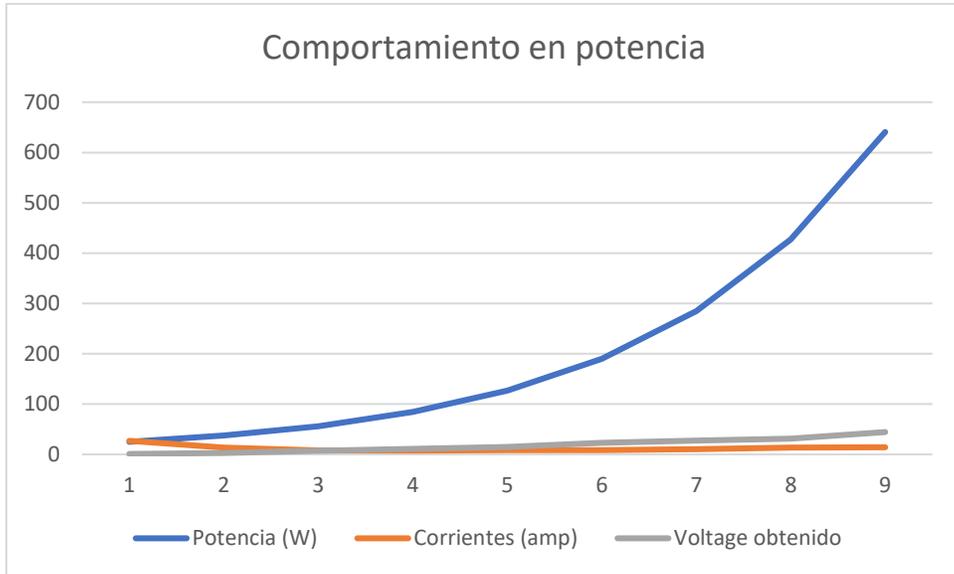
Frecuencia del variador (Hz)	RPM de la turbina	Voltaje obtenido
0,5	14,5	0,925
1	29	2,775
1,5	43,5	7,03
2	58	11,1
2,5	72,5	14,8
3	87	23,125
3,5	101,5	27,38
4	116	31,08
4,5	122	44,4

Los datos obtenidos a baja carga, debido a la alta inercia del sistema, nos permitió generar los datos mostrados en la tabla.



Los datos de potencia, y corriente se realizaron de manera inversa, pues se dispuso de un equipo de carga variable el cual fue aumentado de 50% en 50% el valor anterior, hasta llegar a 641W aproximadamente, y con los datos de voltaje obtenidos, se obtuvo la corriente consumo del sistema en relación con la carga.

Potencia (W)	Corrientes (amp)
25	27,02702703
37,5	13,51351351
56,25	8,001422475
84,375	7,601351351
126,5625	8,55152027
189,84375	8,209459459
284,765625	10,40049763
427,148438	13,74351472
640,722656	14,43069046



En la gráfica anterior se muestra el consumo respecto a las variables independientes de corriente y voltaje.

Se puede observar, como va aumentando la potencia conforme aumenta la carga (corriente) y el voltaje.



Figura 1 Equipo de prueba, conectado al generador



Figura 2 Imagen del equipo de prueba conectado al variador

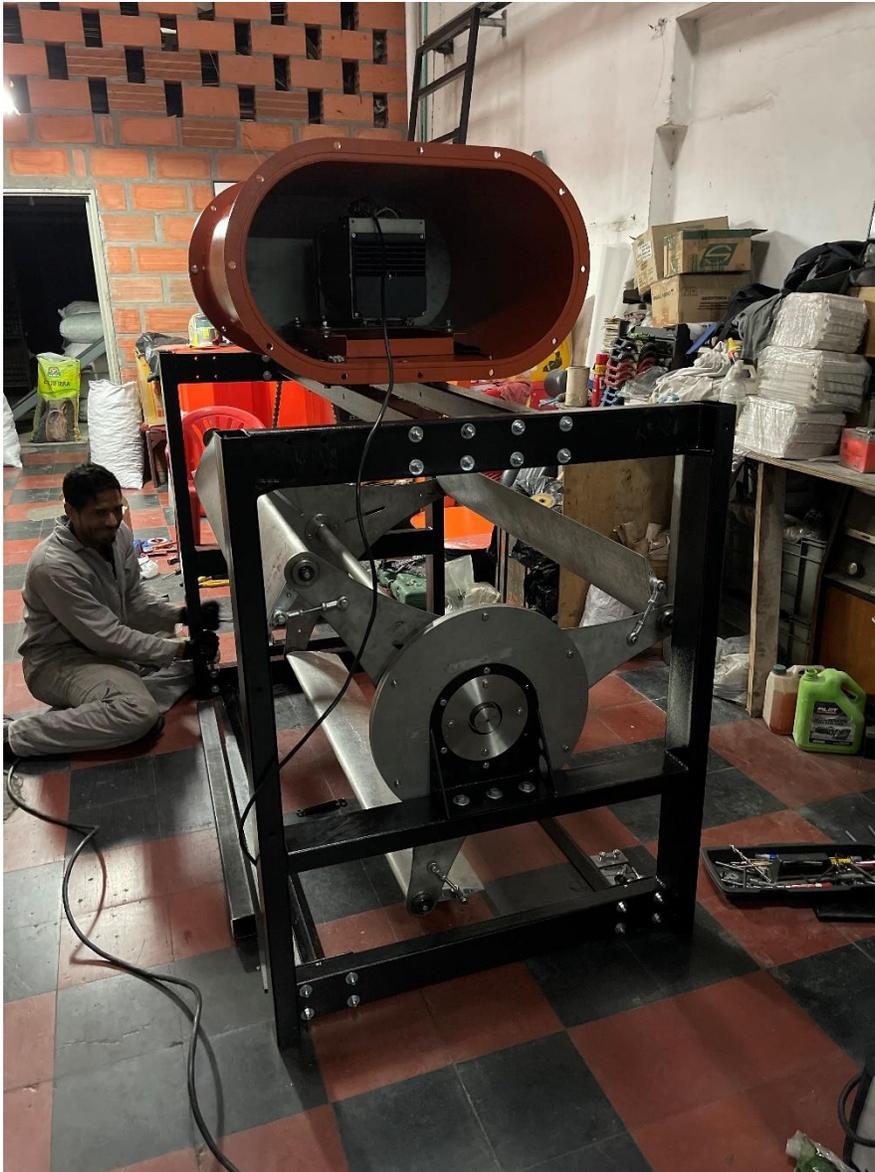


Figura 3 Instalando las mediciones de voltaje al alternador

4.2 PRUEBAS EN CAMPO

Las pruebas fueron de campo fueron realizadas en el rio TUTUNENDO, en un horario de 8am a 6pm, se realizaron dos pruebas, debido a los temas sociales que se están viviendo en la región y en estas, no fue posible trasladar el variador y las baterías, por el gran peso de estas y por las difíciles condiciones de accesibilidad.

Inicialmente para realizar esta prueba, luego del análisis de las diferentes cuencas, que se tienen aledañas al municipio de Quibdó se determinó con ayuda de las CAR Codechocó, que el río de mayor velocidad y de menor dificultad para acceder, era el río Tutunendo. Este río queda ubicado en el corregimiento de Tutunendo, el cual está localizado a 1 hora de carretera pavimentada en la vía Quibdó Medellín.

La logística de esta prueba contó con la contratación de un Camión y de personal, 5 personas para poder descargar el prototipo y posicionarlo en el río en las direcciones que la corriente iba tomando durante el día. La estructura y turbina del prototipo quedó con un peso total de 500Kg. Siguiendo los estándares internacionales, para equipos con capacidad instalada de 5KW.

Las horas de mayor velocidad en este río es de 6am a 9:30am que son las horas cuando el río empieza a crecer y fluye de manera más veloz, alcanzando los 1.8 m/s en las zonas más profundas. En las siguientes horas, el río sufre un retardo miento, debido que ya creció la mayor cantidad diaria que podría crecer, exceptuando en momentos de lluvias.

Por lo anterior, se utilizaron dos juegos de alabes de distintos materiales, de aluminio con un peso aproximado de 20Kg cada uno y de madera con un peso aproximado de 2Kg cada uno. Dependiendo la velocidad del río se deben utilizar cada uno debido que el pesado le ayuda a mantener la inercia del sistema una vez arranca y el liviano, para momentos de baja corriente.

Se anexan fotos y videos adicionales de soportes







Figura 4 Cambio de alabes, de aluminios a madera



Figura 5 Prototipo localizándose en el lugar



Figura 6 Turbina funcionando



Figura 7 Finalizando la última prueba

5 Conclusiones

- Se diseñó un sistema eléctrico con capacidad de 5.5Kw de potencia.
- El inversor seleccionado para el sistema cuenta con una capacidad instalada de 6Kw
- El banco de baterías desarrollado cuenta con una capacidad de entrega de 7.4 KWh, es decir que pueden entregar 7Kw durante una hora hasta su descarga.
- El sistema mecánico cuenta con una capacidad de generación de 5.5KW cuando se encuentra operando en un río a una velocidad de 3m/s, bajando los cánones actuales de generación en 0.3m/s, para la misma capacidad.
- Los elementos mecánicos del rotor fueron analizados para verificar que tuvieran las capacidades de soportar los esfuerzos mecánicos a los que se someten cuando el equipo trabaja a esta potencia máxima.
- La potencia que se genera en el alternador funciona como una carga que frena el rotor de la turbina.
- El voltaje, la corriente y la potencia generadas en el alternador son componentes que aumentan su magnitud a medida que aumenta la velocidad de giro del rotor en una turbina hidrocínética.
- Para acoplar las altas velocidades requeridas por el alternador, es necesario implementar elementos mecánicos como caja de engranajes, bandas, poleas cadenas, para adecuar la velocidad de giro transmitida a dichos elementos desde el rotor.
- Para la turbina especificada, es necesario implementar inversores off grid, los cuales no requieren estar interconectados a la red.
- Los mecanismos de rotación de los alabes se presentan como una gran solución para mejorar el ángulo de ataque a lo largo de la rotación de estos en el rotor, pero su implementación representa pérdidas por fricción en el sistema que deben ser considerados.
- La implementación de un sistema eléctrico con un banco de baterías permite que el sistema tenga una reserva de energía la cual se adquiere mientras se presentan bajos consumos eléctricos, y que, a su vez, dicha reserva pueda ser utilizada cuando no se presenten condiciones óptimas de generación en la turbina.
- La turbina diseñada requiere 190 rpm en el rotor, para alcanzar los 3m/s del río, y con ello, los componentes de transmisión rotan a 1200rpm.