UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de

Ingeniero Civil

MODALIDAD: *PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*

TEMA:

"ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO PORTOVIEJO Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD"

AUTORES: **Vera Chichanda Jose Luís**
Moreira Miranda Fanny Johana

TUTOR: **Ing. Mg.Sc. Lider Macías Ramos**

REVISORA: **PhD. María Rodríguez Gámez**

2017

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación en primer lugar a Dios por darme la fuerza necesaria para no decaer en mis esfuerzos y encontrar un motivo para salir adelante, y luchar por alcanzar mis metas.

Dedico este triunfo a quienes han sido el pilar fundamental en mi vida porque con sus consejos, sabiduría, cariño, apoyo y compresión me alentaron a lograr esta hermosa realidad: mi formación profesional.

Gracias mi Dios por la vida y las bendiciones que riegas sobre mí y las personas que amo cada día; sin ti nada nada de esto sería posible.

El amor es el ala que Dios ha dado al alma para que pueda subir hasta él… Y es que ustedes mis padres **Juan Carlos Vera** y **Marjorie Chichanda** , mis hermanas **Shirley** y **Karla**, son mi mayor ilusión, mi valentía, mi fuerza, mi alegría, la razón de mi existir; gracias por todo el amor y el apoyo brindado, gracias a ustedes hoy veo llegar a su fin una de las metas de mi vida; mi gratitud hacia ustedes es eterna. Todos los logros que obtengo en mi vida tienen sus nombres, porque son mi mayor inspiración y por eso lucho cada día por ser mejor, los adoro y sin duda alguna son lo mejor que tengo en mi vida. ¡LOS AMO!

Al **Ing. Líder Macías Ramos,** le agradezco su digna labor y le doy mi reconocimiento por fomentar la educación de generación en generación, inculcando valores y sembrando el conocimiento formando a mejores ciudadanos.

Gracias eterna, nunca me olvidaré.

Vera Chichanda Jose Luís

AUTOR

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida estudiantil tan importante que es mi formación profesional.

A mis padres **José Moreira** y **Nube Sanmartín** por ser el apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos, por ser mí ejemplo a seguir y enseñarme que el mejor regalo que me ha brindado son mis estudios por eso este logro es de ustedes.

Al **Ing. Jonathan Tuàrez** por brindarme siempre su amor y apoyo incondicional, por confiar en mí en cada momento y acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegría y fracasos, pero sobre todo tener la fe y el amor que juntos todos lo lograremos y cumpliremos todas nuestra metas.

A mi hermana **Alby Moreira** y a mis sobrinos **Iris** y **Jesús Moreira** por ser parte fundamental en mi vida y creer en mí.

A mis amigos John Intriago, Abel Cedeño, Iván Zambrano, Gema Villamarin, Karla Zavala, Kennia García, Marian Navarrete, gracias por brindarme el apoyo en cada momento que los necesite y por ser unos grandes amigos.

Al **Ing. Líder Macías Ramos,** gracias por darme la oportunidad de ser parte de su doctorado, por brindarme sus valiosos conocimientos y ser una persona ejemplar y gran amigo.

A mi familia, por ser un gran apoyo en cada momento.

Moreira Miranda Fanny Johana
AUTOR

Agradecimiento

A nuestros padres, por todo su sacrificio y apoyo para que hoy lleguemos a ser los profesionales que somos.
A nuestros familiares que de una forma u otra también formaron parte y contribuyeron a nuestros resutados.
Alos amigos que siempre estarán en lo alto de nuestra consideración y aprecio.
A nuestro tutor por ayudarnos siempre con sus valiosas sugerencias y recomendaciones.
A nuestros profesores y personas que desde la dirección de la Universidad hicieron posible la proeza de enseñarnos y formarnos en el temple de verdaderos profesionales.
A todas aquellas personas que su nombramiento convertiría en interminable el trabajo; pero sin los cuales no hubiese sido posible llegar a graduarnos.

¡Gracias eterna a todos!

AUTORES **Vera Chichanda Jose Luís**

Moreira Miranda Fanny Johana

Certificación del Director de Trabajo de Titulación.

CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente señor Ing. Mg.Sc. Lider Macias Ramos docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación **"ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO PORTOVIEJO Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD"**, desarrollado por los profesionistas, Señor: Vera Chichanda Jose Luis y señorita: Moreira Miranda Fanny Johana; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Artículo 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes

Ing. Mg.Sc. Lider Macias Ramos
TUTOR

4. Informe de revisor del Trabajo de Titulación

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de investigación y que lleva por tema: "ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO PORTOVIEJO Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD", desarrollado por el señor: Vera Chichanda Jose Luís con cédula No. 131185832-6 y la señorita: Moreira Miranda Fanny Johana, con cédula No. 172318363-6, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, bajo la tutoría y control del señor Ing. Mg.Sc. Lider Macias Ramos docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumplo con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio

Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.

Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados

El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.

Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.

Firma: PhD. María Rodríguez Gámez.

REVISORA DEL TRABAJO DE TITULACION

5. Declaración sobre derechos de autores

Quienes firmamos la presente, profesionistas; Vera Chichanda Jose Luís y Moreira Miranda Fanny Johana, en calidad de autores del trabajo de titulación realizado sobre el "ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO PORTOVIEJO Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD", hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6 ,8 ,19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas

AUTORES

Vera Chichanda Jose Luís

Moreira Miranda Fanny Johana.

ÍNDICE

Dedicatoria I
Agradecimiento III
Certificación del Director de Trabajo de Titulación IV
Informe de Revisor de Trabajo de Titulación V
Declaración sobre derecho de autores VI
Índice VII
Resumen IX
Abstract X
CAPÍTULO UNO 1
1. Tema: 1
1. Planteamiento del problema 2
1.1. Formulación del problema 4
CAPÍTULO DOS 4
2. Inmersión inicial en el campo 4
2.1. La energía hidráulica 4
2.2. La rueda hidráulica 5
2.3. El ariete hidráulico 5
2.4. Las centrales hidroeléctricas 6
2.5. El Rio 7
2.6. Caudal 7
2.7. Biomasa 7
2.8. La energía hidroeléctrica contribuye a reducir el CO_2 en Ecuador 8
2.9. Fundamentos de centrales hidroeléctricas 8
2.10. Ecuador y sus principales centrales hidroeléctricas 8
2.11. Potencial hídrico del salto de agua 9
CAPITULO TRES 10
3. Concepción del diseño del estudio 10
3.1. Objetivos 10
3.2. Objetivo general 10
3.3. Objetivos específicos 10
3.4. Delimitación espacial 10
3.5. Delimitacion temporal 11

3.6. Diseño metodológico 11
3.6.1. Hipótesis 11
3.6.2. Variable dependiente 12
3.6.3. Variable independiente 12
3.6.4. Nivel de investigación 12
3.6.5. Método 13
3.6.6. Técnicas 13
CAPITULO CUATRO 14
4. Definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta 14
5. Recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados 15
CAPITULO CINCO 22
6. VERIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS 22
6.1. Estudiar la bibliografía relacionada con el tema. 22
6.2. Analizar la estructura socioeconómica de los sitios escogidos para el estudio. 22
6.3. Realizar el aforo determinando caudal y características, determinando los pequeños potenciales hidráulicos 22
6.4. Exponer los resultados del estudio. 22
7. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS 22
CAPITULO SEIS 23
8. Elaboración del reporte de los resultados 23
Conclusiones 33
Recomendaciones 34
1. Presupuesto 35
2. Cronograma 36
3. BIBLIOGRAFÍA 37
Anexo 1. Encuesta 38
Anexo 2. Entrevista (toma de datos) 39
Anexo 3. Evidencias 40

Resumen

El abastecimiento de energía al ciento por ciento de la población ecuatoriana constituye un gran reto para el país, especialmente en las zonas rurales donde resulta más difícil y costoso extender las líneas del sistema eléctrico y donde a pesar de los esfuerzos no se logra la calidad requerida del servicio, con un impacto negativo para la satisfacción de las necesidades y el desarrollo socieconómico de las regiones rurales. En el trabajo se presentan los resultados de una investigación enfocada en el estudio del potencial hidráulico del río Portoviejo, para lo cual se muestran resultados de 19 comunidades que se encuentran cercanas al cauce del río y donde se pudieran utilizar tecnologías capaces de aprovechar el pequeño potencial existente en función de mejorar la calidad del servicio eléctrico, ahorrar recursos naturales y contribuir a la reducción de las emisiones de CO_2 a la atmósfera. Se presentan series de datos en tablas que permiten analizar el resultado del estudio del potencial hidráulico en 19 sitios del río Portoviejo y su posible vinculación en función de beneficiar el elemento social que reside cercano a estos puntos. Se ofrece como resultado un mapa con el estudio del potencial hidráulico en los diecinueve puntos estudiados del río Portoviejo.

Abstract

The supply of energy to one hundred percent of the Ecuadorian population is a great challenge for the country, especially in rural areas where it is more difficult and expensive to extend the lines of the electric system and where despite the efforts the quality is not required Of the service, with a negative impact for the satisfaction of the needs and the socioeconomic development of the rural regions. This paper presents the results of a research focused on the study of the hydraulic potential of the Portoviejo River, for which 12 communities were visualized that are close to the cause of the river and where technologies could be used to take advantage of the small potential existing in Improve the quality of the electricity service, save natural resources and contribute to the reduction of CO_2 emissions into the atmosphere. Data series are presented in tables that allow analyzing the result of the study of the hydraulic potential in 12 sites of the Portoviejo River and its possible linkage in function of benefiting the social element that resides near these points. The result is a map with the study of the hydraulic potential in the twelve points studied of the Portoviejo River.

CAPÍTULO UNO

1. Tema:

“ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDRÁULICO EN EL RÍO PORTOVIEJO Y SU INCIDENCIA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD”

1. Planteamiento del problema

Los hombres antiguos no utilizaron más de cinco fuentes de energía: su propia musculatura, la de los animales por el domesticados, la leña, el viento y las corrientes de agua. Incluso durante milenios no contó el hombre con otra fuente de energía utilizable que no fuese su propia musculatura para cazar, pescar, machacar granos alimenticios, transportar cargas y otras tareas vitales. Ya en la etapa del hombre agricultor, el consumo energético medio del ser humano ayudado en sus labores por la utilización de algunos animales domesticados y del fuego, llego a ser tres veces mayor que el característico de la anterior fase cazadora y recolectora, esto es, unas doce mil kilocalorías por día [1].

En la sexta centuria antes de Cristo comienza el hombre a controlar y utilizar racionalmente la energía en la agricultura, así como el uso de animales para el trabajo y la preparación de alimentos. Dos siglos despues se construyen los primeros grandes sistemas energéticos de la historia, con la construcción en las zonas pluviales del Tigris, el Éufrates y el Nilo, de sistemas de irrigación de cultivos. Por esta misma época se construye una maquina elemental para el levantamiento de pesos basada en el principio de la palanca [1].

El desarrollo energético de la sociedad ha constituido un paso gigante en los saltos experimentados en el progreso humano. Es evidente que sin la energía no hubiera sido posible el desarrollo acelerado de las fuerzas productivas y la creación de la base material que permite al hombre, abandonar las primeras formas de vida y emprender nuevas rutas en el progreso de la humanidad.

Entre 1860 y 1930 tiene lugar con la segunda revolución industrial, la introducción de los sistemas eléctricos, la aviación y la siderurgia. En esta etapa el carbón mineral cede paso el uso preferencial del petróleo. Ya durante los primeros años del siglo XX este combustible fósil se había convertido en la fuente preferencial energética [2].

A pesar de que en la actualidad más del 70% de la energía que se genera en el Ecuador es de origen hidráulico, en la provincia de Manabí la fuente de generación básica es térmica, con un costo alto del kWh generado y con elevados índices de emisiones de CO_2 a la atmósfera. Sin embargo en el territorio de la provincia existen varios ríos, entre los que se encuentra el río Portoviejo que puede aportar pequeños potenciales de energía hídrica que se pudieran utilizar en la generación de electricidad.

Actualmente no se conoce que se hayan realizado estudios sobre el cálculo del potencial de energía hidráulica en el río Portoviejo, por lo que resulta muy difícil poder estimar su potencial en función de generar energía y contribuir de esa manera al mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores que residen en sus márgenes.

La energía hidráulica es más barata que el precio promedio de la energía térmica, a más del beneficio ambiental que conlleva la implementación de estos proyectos por ser energía limpia. En el río Portoviejo existen pequeños potenciales hidráulicos que pueden ser utilizados en la generación de electricidad, sin embargo no han sido suficientemente estudiados.

En la provincia de Manabí existen varios ríos permanentes entre los que se encuentra el río de Portoviejo, que aunque no posee un gran caudal, puede ser estudiado para definir el potencial hidráulico disponible para la generación de electricidad.

Los pequeños sistema de hidrogeneración constituyen una alternativa a la solución del problema del suministro de energía, principalmente en regiones aisladas, además que refuerzan técnicamente al sistema eléctrico del país mediante las generadoras que se puedan conectar al sistema centralizado. Es por esto que con la implementación de proyectos basados en mini hidroeléctricas, se pude realizar un aporte técnico y económico que beneficia a las zonas de influencia y contribuye a cubrir la demanda de energía eléctrica, además de aportar técnicamente al Sistema Nacional Interconectado.

Manabí alcanza los 6270 hectometro cubico (hm^3), valor que corresponde a 545,1 mm de lámina de escorrentía media anual, donde el río Portoviejo tiene el volumen de escorrentía anual máximo, equivalente a 1913 hm3, con el 30,5% del total de la demarcación.

El río Portoviejo es considerado como una de las principales fuentes de agua a nivel de la provincia de Manabí.

La UTM es una institución de la educación superior del Ecuador, que trabaja en la búsqueda de soluciones sostenibles al esquema energético y para ello se propone realizar el estudio de los potenciales de las fuentes renovables en la provincia de Manabí, dentro del cual se encuentran los pequeños potenciales hidráulicos que pueden existir en el río Portoviejo, enfocando la solución al mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

En los últimos meses la UTM ha dedicado esfuerzos por profundizar en el estudio del potencial hidráulico de los ríos de Manabí, con el objetivo de valorar su

aprovechamiento para generar electricidad. La Casa de Estudios apuesta por incursionar en el estudio de las tecnologías basadas en pequeños sistemas de generación hídrica que puedan potenciar el aprovechamiento de la energía hidráulica.

El proyecto constituye un estudio de importancia que puede propiciar una intervención comunitaria en el orden energético, para ahorrar recursos naturales y mejorar la calidad del servicio eléctrico.

1.1.Formulación del problema

Considerando lo anteriormente planteado el problema de la investigación radica en: **¿De qué manera el potencial hidráulico en el río Portoviejo incide en la generación de electricidad?**

CAPÍTULO DOS

2. Inmersión inicial en el campo

2.1.La energía hidráulica

La energía hidráulica o hidroenergía es la energía potencial gravitatoria de una masa de agua que puede ser transformada en otras formas de energía, como la eléctrica (centrales hidroeléctricas) y la mecánica (ruedas, molinos, arietes hidráulicos). Esta fuente energética tiene su origen en la energía del Sol, que provoca el ciclo hidrológico: la evaporación del agua de ríos, lagos y mares; la consiguiente formación de las nubes que se trasladan a largas distancias y su precipitación en forma de lluvia o nieve sobre la superficie terrestre, en particular las montañas, muchas veces alejadas del mar [2].

Por acción de la gravedad, el agua busca el nivel de lagos y mares, lo que propicia la formación de ríos y otros cauces menores. Esos caudales pueden formar saltos de agua que permiten el uso de la energía hidráulica, que también es aprovechable para la construcción de acueductos por gravedad, en tanto conducto artificial por donde fluye el agua hacia un lugar determinado, especialmente para el abastecimiento de agua a las poblaciones. Además del empleo de la energía hidráulica en centrales situadas en caídas naturales de agua, existen otras que se basan en los desniveles de presas, canales y lagos [2].

2.2. La rueda hidráulica

El uso de las ruedas hidráulicas se remonta a más dos mil años, desde la antigua Grecia. El agua se encauza por un canelón hasta las cazoletas de la rueda, que se acopla a un generador eléctrico mediante una caja multiplicadora de velocidades. El ancho y el diámetro de la rueda dependen de la altura del salto y de la cantidad del agua que se puede utilizar. La rueda gira a una velocidad tal que la potencia extraída se equilibra con la suministrada por el agua. Se adaptan a variaciones importantes del caudal, no admiten regulación de velocidad, son aptas para trabajos que requieren pocas revoluciones por minuto y su sencillez y buen funcionamiento aún le confieren utilidad. Las ruedas hidráulicas también pueden funcionar con alimentación inferior, en ríos, arroyos o canales caudalosos, pero con poco desnivel [2]. En la figura 1 se muestra un esquema técnico de una rueda hidráulica.

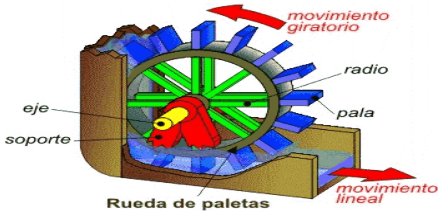


Figura 1. Esquema técnico de una rueda hidráulica

2.3. El ariete hidráulico

El ariete hidráulico es un motor hidráulico que utiliza la energía de una cantidad de agua situada a una altura mayor (el desnivel de un río, presa u otro depósito o caudal), para elevar una porción de esa cantidad de agua hasta una altura mayor que la inicial, mediante el empleo del fenómeno físico conocido como golpe de ariete, ininterrumpidamente y sin necesidad de otra fuente de energía. El agua de una fuente de alimentación, desciende por gravedad por la tubería de impulso, bajo la acción del desnivel en relación con el ariete hidráulico, con un caudal determinado y se derrama al exterior de la caja de válvulas en una cantidad, hasta adquirir una velocidad suficiente para que la presión dinámica cierre la válvula de impulso. El cierre brusco de esta válvula produce el golpe de ariete, que origina una sobrepresión en la tubería de alimentación y provoca la apertura de la válvula de retención, que permite el paso del agua hacia el interior de la cámara de aire, provoca la compresión del aire existente y cierta cantidad de agua asciende por la tubería de bombeo, hacia el tanque elevado [2]. En la figura 2 se muestra un esquema técnico de un ariete hidráulico.

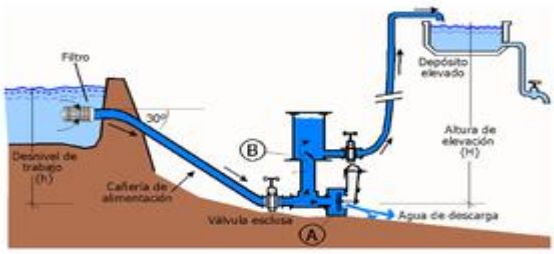


Figura 2. Esquema técnico de un ariete hidráulico

2.4. Las centrales hidroeléctricas

Una central hidroeléctrica es el conjunto de instalaciones que transforman la energía potencial de gravedad del agua en energía eléctrica, mediante generadores accionados por turbinas hidráulicas. Todas las centrales hidráulicas aprovechan un desnivel, ya sea natural por el salto de un río, o artificial por la caída de agua desde una presa o dique. El caudal de agua se controla y se puede mantener casi constante. El agua se transporta por unos conductos o tuberías forzadas, controlados con válvulas y turbinas para adecuar el flujo de agua con respecto a la demanda de electricidad. El agua que entra en la turbina sale por los canales de descarga. Los generadores están situados justo encima de las turbinas y conectados con árboles verticales. El carácter renovable de la energía hidráulica no significa necesariamente, que su aprovechamiento implique una acción que propicie el desarrollo sostenible, ya que la construcción de grandes centrales requiere represar mucha cantidad de agua, lo que casi siempre ocasiona un impacto indeseable sobre el balance ecológico de la zona. No obstante, las pequeñas, mini y microcentrales que aprovechan pequeños cursos de agua constituyen una solución satisfactoria, tanto socioeconómica como ambiental. En la figura 3 se muestra un diseño técnico típico de una pequeña central hidroeléctrica en una zona rural.

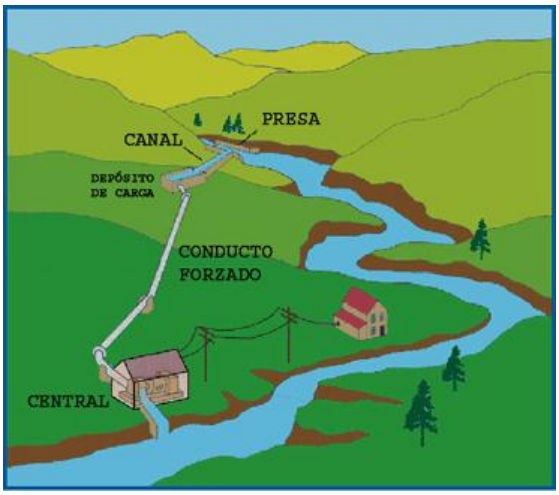


Figura 3. Pequeña central hidroeléctrica

2.5. El Rio

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez es constante a lo largo del año y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura, algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación por las intensas temperaturas [3].

2.6.Caudal

Se denomina caudal en hidrografía, hidrología y en general, en geografía física, al volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados. Se refiere fundamentalmente al volumen hidráulico de la escorrentía de una cuenca hidrográfica concentrada en el río principal de la misma. Suele medirse en m^3/seg lo cual genera un valor anual medido en m^3 o en hm^3 (un hm^3 equivale a un millón de m^3) que puede emplearse para planificar los recursos hidrológicos y su uso a través de embalses y obras de canalización. El caudal de un río se mide en los sitios de aforo. El comportamiento del caudal de un río promediado a lo largo de una serie de años constituye lo que se denomina régimen fluvial de ese río [4].

2.7. Biomasa

Para generarla consiste en quemar desechos de materia orgánica para generar calor y posteriormente electricidad. Los recursos biomásicos, definidos como cualquier materia orgánica (árboles, pastos, cultivos agrícolas) se pueden convertir en formas

útiles de energía por medio de varios métodos modernos de conversión, incluyendo combustión directa (método más común), gasificación y digestión anaeróbica [5].

La biomasa, entre las fuentes de energía renovables, se destaca por cuanto se la puede encontrar o cultivar en prácticamente cualquier lugar, y ofrece energía despachable en cantidades importantes. Ambientalmente, las plantas eléctricas que operan con biomasa, no producen lluvia ácida, ni generan gases de efecto invernadero [5].

2.8. La energía hidroeléctrica contribuye a reducir el CO_2 en Ecuador

Más del 90 % de la electricidad que producirá Ecuador con los ocho proyectos hidroeléctricos, utilizaran energía limpia que viene del agua y por consiguiente no contamina. Con hidroelectricidad, energía eólica y cocinas de inducción, Ecuador evitará que se emitan a la atmósfera 11 millones de toneladas de $C0_2$ por año.

Este aporte equivale a dejar de emitir el 70% de la contaminación que genera el sistema de transporte de todo el país. En otras cifras, es como sembrar 730 mil hectáreas de bosque. “Eso es cuidar el medio ambiente con estrategia e inteligencia, generando trabajo, desarrollo y oportunidades para todos” [6].

2.9. Fundamentos de centrales hidroeléctricas

Nano o Pico centrales: Corresponden a centrales cuya potencia de generación es inferior a 1kW. Son fundamentalmente usadas para suministro familiar y aplicaciones mecánicas. Micro centrales: Corresponden a las centrales cuya potencia de generación está entre 1kW y 100kW. Su uso principal en el mundo ha sido abastecer redes eléctricas comunales en sectores aislados. Mini Centrales: Son las que poseen una capacidad de generación entre los 100kW y los 1.000kW. Estas se han usado en el mundo para abastecer varias comunidades cercanas como también para la conexión a la red de energía nacional. Pequeñas Centrales: Son aquellas cuya potencia instalada se encuentra en el rango de 1MW a 5MW. Se han usado para alimentar pequeñas ciudades y sectores aledaños y también para conectarlas a la red eléctrica nacional. Las pequeñas centrales hidráulicas poseen un grupo de ventajas en relación con las centrales térmicas, entre las que se encuentran [7].

2.10. Ecuador y sus principales centrales hidroeléctricas

En una central hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que

aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda. En general estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica, la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica [8].

La ejecución de los ocho proyectos hidroeléctricos (Coca Codo Sinclair, Sopladora, Toachi Pilatón, Minas-San Francisco, Mazar-Dudas, Manduriacu, Delsitanisagua y Quijos) ha requerido una inversión de más de 5 mil millones de dólares que ha permitido un incremento de 2700 MW al sistema nacional interconectado, que demanda 3100 MW de potencia para atender todas las necesidades de la población [9]. Todo ello ha permitido que en la actualidad el país haya dejado de ser un importador de energía eléctrica para convertirse en exportador de ese rubro [10].

Además de las centrales eléctricas mencionadas anteriormente, existen otras de menor potencia que contribuyen con la política de sostenibilidad energética, entre ellas se pueden mencionar. La Central Hidroeléctrica Calope con una potencia instalada de 16,5 MW, está ubicada en el cantón La Mana, en la provincia de Cotopaxi; La Central Hidroeléctrica Copal posee una obra de toma de pasada, diseñada para captar 36 m^3/s de agua del Río Negro, está diseñada con un sistema de compuertas para desalojar las grandes crecientes del río que llegan a los 1500 m^3/s; La Central Hidroeléctrica Bimbe que es una central de pasada, diseñada para captar 5 m^3/s de agua del Bimbe y; La Central Hidroeléctrica El Batán que está diseñada para captar 2 m^3/s de agua que provienen del alcantarillado de la ciudad de Quito que sale por el túnel del Batan [10].

Existen otras cinco centrales hidráulicas de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), ubicadas en Cumbayá, Guangopolo, Nayón, Pasochoa y Los Chillos, producen en su totalidad 97,22 MW y permiten la generación de energía limpia para el abastecimiento energético de una parte del consumo en el distrito [10].

2.11. Potencial hídrico del salto de agua

La ecuación clave para determinar el potencial hidráulico es la siguiente:

$$Potencia = Altura * Caudal * Gravedad$$

Dónde:

La potencia se mide en vatios, la altura en metros, el caudal en litros por segundo, y la aceleración debida a la gravedad en metros por segundo cuadrado .

CAPITULO TRES

3. Concepción del diseño del estudio

3.1.Objetivos

3.2.Objetivo general

Determinar el potencial hidráulico en el río Portoviejo para conocer la generación de electricidad.

3.3. Objetivos específicos

a. Estudiar la bibliografía relacionada con el tema.
b. Analizar la estructura socioeconómica de los sitios escogidos para el estudio
c. Realizar el aforo determinando caudal y características, determinando los pequeños potenciales hidráulicos.
d. Exponer los resultados del estudio.

3.4. Delimitación espacial

La investigación se realizó en el cauce del río Portoviejo y sus márgenes, interesando las poblaciones y objetivos de interés económico y social que se ubiquen a no más de un kilómetro de distancia de los sitios escogidos para el estudio. En la figura 4 se muestra un mapa con la delimitación espacial del proyecto.

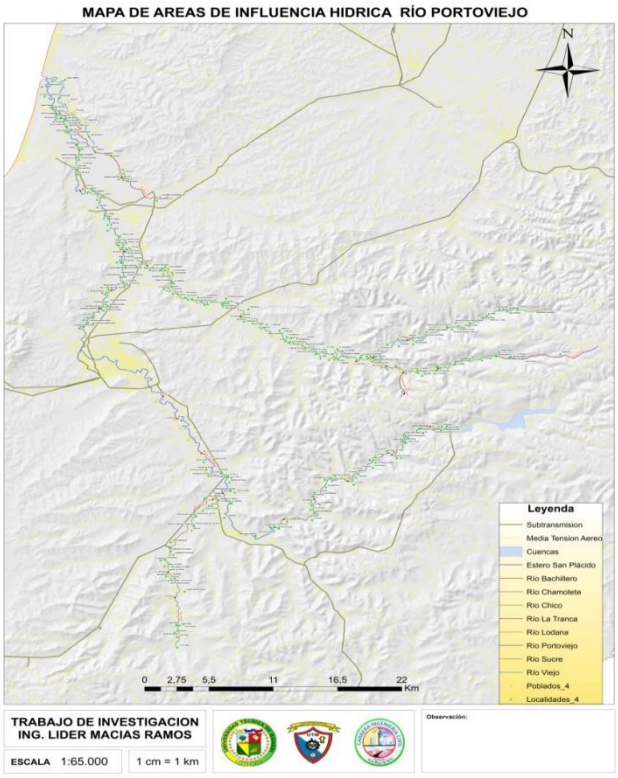


Figura 4. Delimitación espacial del proyecto

3.5.Delimitacion temporal

El proyecto se desarrolló con información desde Febrero de 2016 ya que se cuenta con información actualizada que propicia entender de una manera más sencilla la vulnerabilidad técnica que ofrece la demarcación hidrográfica de la provincia de Manabí.

3.6.Diseño metodológico

3.6.1. Hipótesis

El potencial hidráulico en el Río Portoviejo aportará con datos de campo que contribuya a la generación de electricidad para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de sus riberas.

3.6.2. Variable dependiente

Generación de electricidad

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
En general, la **generación de electricidad** consiste en la transformación de alguna clase de energía (hídrica, química, cinética, térmica, solar entre otras) en energía eléctrica.	Caudal	Volumen/Tiempo	¿Cómo considera Ud. la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica?	Entrevistas a expertos sobre la generación de electricidad.
	Energía Hidroeléctrica	Oferta/Demanda	¿Qué papel Ud. le concede al servicio eléctrico?	Encuestas a moradores de las comunidades asignadas.

3.6.3. Variable independiente

Estudio de Potencial Hídrico

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA
El **potencial hídrico** hace referencia a la energía potencial del agua, o sea, la energía libre que poseen las moléculas de agua para realizar trabajo. Cuantifica la tendencia del agua de fluir desde un área hacia otra debido a ósmosis, gravedad, presión mecánica, o efectos mátricos como la tensión superficial.	Central Hidroeléctrica	Tipos de estructuras.	¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con el agua del río?	Entrevistas a expertos sobre el potencial hídrico.
	Potencial hídrico del salto de agua	Cálculo del potencial del agua	¿En qué medidas Ud. considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al desarrollo social de la zona?	Entrevistas a moradores de las comunidades asignadas.

3.6.4. Nivel de investigación

Se utilizó la investigación de campo, definida como el proceso que utilizando el método científico, permitió obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social (investigación pura), posibilitando el estudio de una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada).

Este tipo de investigación es también conocida como investigación in situ ya que se realizó en un grupo de sitios seleccionados del río Portoviejo, donde se encuentran los potenciales hidráulicos. Ello permitió el conocimiento más a fondo de la temática estudiada, pudiendo manejar los datos con más seguridad y soportarse en

diseños exploratorios, descriptivos y experimentales, creando una situación de control en la cual se manipuló sobre una o más variables dependientes (efectos). Por tanto se logró provocar una situación para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por el equipo de investigación para controlar el aumento o disminución de esas variables y sus efecto en las conductas observadas. Con dichos antecedentes se utilizó un tipo de investigación de campo, por cuanto corresponde a un tipo de diseño que se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiendo un contacto cercano con las condiciones reales en que se conseguirán los datos.

En otras palabras se efectuó una medición de los datos que en el caso propuesto, permitió obtener información confiable respecto a la realización del aforo del río Portoviejo en los puntos señalados y poder determinar el potencial para la generación de electricidad.

Además se utilizó de forma combinada el método de investigación descriptiva, por cuanto se pudo obtener información acerca de la determinación de los pequeños potenciales hidráulicos en el río Portoviejo y su posible utilización para generar energía eléctrica en función de cubrir la demanda en comunidades aisladas o en el modo de conexión a la red, de manera que se pueda mejorar la calidad del servicio eléctrico en zonas alejadas de los centros de generación, elevar la eficiencia y contribuir a la preservación del ambiente mediante el aporte de energía limpia.

3.6.5. Método

El método explicativo porque se logró establecer un estudio conceptual sobre las diversas tecnologías de generación de electricidad mediante el aprovechamiento de pequeños potenciales hidráulicos.

El método básico utilizado fue el de aforo, que es una de la formas más sencillas para realizar el estudio. Los resultados obtenidos permitieron realizar la profundización en la evaluación del potencial hidráulico que puede ser aprovechado para la generación de electricidad en el río Portoviejo, pudiendo con ello mejorar la calidad del servicio que se recibe, ahorrar recursos y contribuir a evitar las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

3.6.6. Técnicas

Las principales técnicas utilizadas fueron las siguientes:

a. Entrevistas especializadas a expertos conocedores de la generación de energía mediante el potencial hídrico del río Portoviejo.
b. Encuesta a los moradores de las comunidades ubicadas en el trayecto del Río Portoviejo.
c. Ficha técnica realizada en cada comunidad visitada.

CAPITULO CUATRO

4. Definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta

Las encuestas (anexo 1) se realizaron a los vecinos que residen próximos a los sitios de los potenciales hidráulicos estudiados y se enfocó en obtener información respecto a la importancia que le conceden al servicio eléctrico, la eficiencia y el ahorro de energía, así como el papel que puede jugar el potencial hidráulico para cubrir la demanda de electricidad, mejorar el servicio y contribuir con la protección del medio ambiente.

Las entrevistas (anexo 2) se realizaron a las autoridades comunales respecto a lograr una aproximación sobre la noción que tienen respecto a la utilización de la energía hidráulica para mejorar el servicio eléctrico en la zona.

Población y muestra: Los cálculos se realizaron según las ecuación 1.

(1)

$$\mathrm{n} = \frac{(Z^2)\ P\ Q}{E^2}$$

$$\mathrm{n} = \frac{(1{,}96^2)\ 0{,}5 * \ 0{,}5}{0{,}1^2}$$

$$\mathrm{n} = \frac{3{,}84 * \ 0{,}5 * \ 0{,}5}{0{,}01}$$

$$\mathrm{n} = \frac{0{,}96}{0{,}01}$$

$$\mathrm{n} = 96$$

P=0.5
Q=0.5
E= 0.1

Z=1.96
Donde:
P→ Probabilidad de ocurrencia = 0.5
Q→ Probabilidad de no ocurrencia = 0.5
E→ Probabilidad de error
Z→ Nivel de confianza
n→ Tamaño de la muestra

5. Recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados

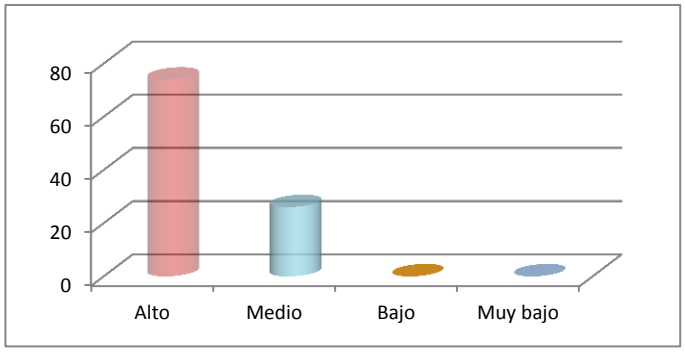
Fueron tabulados y cuantificados los resultados de 96 encuestas a vecinos que residen en sitios próximos a los lugares donde fue estudiado el posible potencial del río Portoviejo.

Los objetivos se enfocaron en obtener información respecto a la importancia que le conceden los pobladores que residen en sitios próximos a los potenciales estudiados en el río Portoviejo, sobre al servicio eléctrico, la eficiencia y el ahorro de energía, así como el papel que puede jugar el potencial hidráulico para cubrir la demanda de electricidad, mejorar el servicio y contribuir con la protección del ambiente:

Pregunta 1. ¿Qué papel usted le concede al servicio eléctrico?

Criterios respecto a la importancia que le concede la población rural que reside en los sitios próximos a los potenciales hidráulicos estudiados sobre el papel del servicio eléctrico.

Opción	Frecuencia	%
Alto	71	74
Medio	25	26
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí
Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 74% de la población encuestada manifestó conceder un papel de importancia alta al servicio eléctrico; mientras que un 26% considera que es medio .

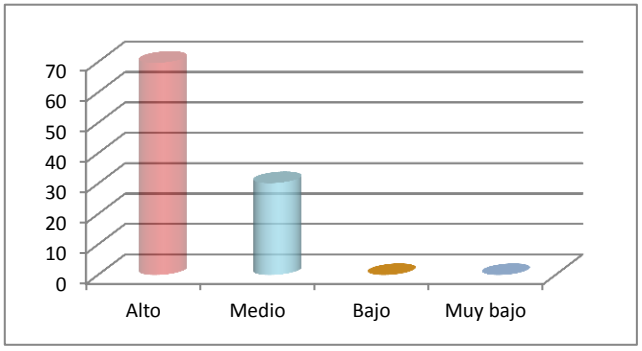
Análisis: Los resultados de la encuesta demuestran que la población entrevistada está conciente del exytraordinario papel que tiene el servicio eléctrico para asegurar las diferentes actividades sociales que se realizan. Esta es una situación favorable para

obtener el apoyo social a cualquier proyecto que se realice en la zona estudiada, encaminado a mejorar y asegurar la calidad del servicio eléctrico.

Pregunta 2. ¿En qué nivel usted considera que se encuentra la calidad del servicio eléctrico en la zona donde reside?

Criterios respecto a la calidad del servicio eléctrico en la zona donde reside.

Opción	Frecuencia	%
Alto	67	70
Medio	29	30
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

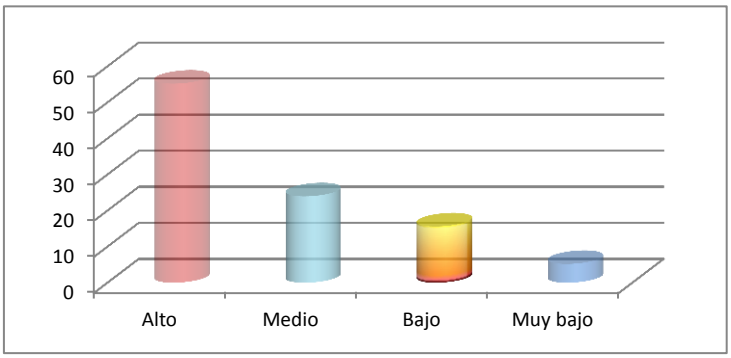
Interpretación: El 70% de la población encuestada manifestó que la calidad del servicio eléctrico es alta; mientras que un 30% considera que es medio.

Análisis: El análisis de los datos permite verificar que la calidad del servicio eléctrico en la zona es buena y que en ese sentido no se confrontan serias dificultades.

Pregunta 3. A su criterio. ¿Qué nivel tiene la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio eléctrico?

Criterios respecto al nivel de la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio eléctrico.

Opción	Frecuencia	%
Alto	53	55
Medio	23	24
Bajo	15	16
Muy bajo	5	5
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 55% de la población encuestada manifestó que es alta gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio;

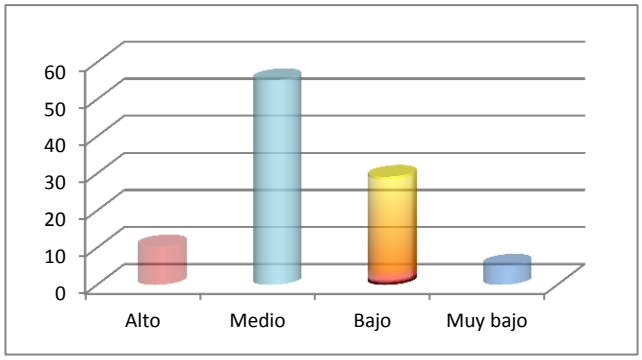
un 24% considera que el nivel de la gestión es media; un 16% consideró que es baja y; otro 5% planteó que era muy baja.

Análisis: El análisis relacionado con el nivel de la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio en la zona, presenta una situación favorable, pues la mayoría de los encuestados aprecia una gestión positiva de parte de la empresa eléctrica para mantener la calidad del servicio.

Pregunta 4. ¿Usted considera que se puede mejorar el servicio eléctrico en la zona?

Criterios respecto a la posibilidad de mejorar el servicio eléctrico en la zona.

Opción	Frecuencia	%
Alto	10	10
Medio	53	55
Bajo	28	29
Muy bajo	5	5
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

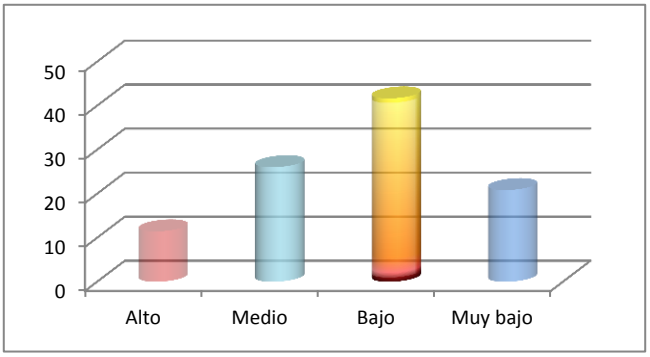
Interpretación: El 10% de la población encuestada manifestó que es alta la posibilidad de mejorar el servicio eléctrico en la zona; un 55% considera que dicha posibilidad es media; un 29% consideró que es baja y; un 5% planteó que era muy baja.

Análisis: Independientemente que la población no domina la forma en que la energía hidráulica puede contribuir en la mejora de la calidad del servicio eléctrico, la mayoría de los encuestados no interpreta la posibilidad de incrementar la calidad del servicio. En ese sentido es importante que las autoridades comunales desarrollen actividades de información y capacitación sobre la posibilidad de utilizar el potencial que ofrece el río Portoviejo para incrementar la calidad del servicio en zonas próximas a su cause.

Pregunta 5. ¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con el agua del río?

Criterios respecto a la posibilidad de generar electricidad con el agua del río.

Opción	Frecuencia	%
Alto	11	11
Medio	25	26
Bajo	40	42
Muy bajo	20	21
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

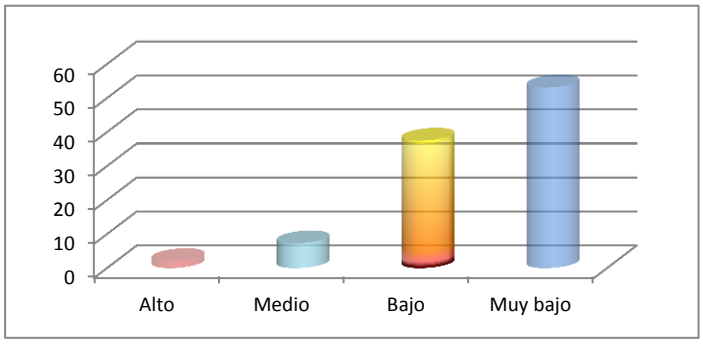
Interpretación: El 11% de la población encuestada manifestó que la posibilidad de generar energía eléctrica con el agua del río es alta; el 26% planteó que la posibilidad es media; un 42% opinó que es baja; mientras que el 21% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: La investigación permitió definir que la mayoría de la población encuestada desconoce sobre la potencialidad de generación de energía eléctrica que representa el agua del río Portoviejo. Se desconoce que en la actualidad existe una amplia gama de tecnologías basadas en micro-centrales para uso doméstico, que permiten obtener la energía eléctrica necesaria para satisfacer el consumo de una casa. Es ideal para casas de campo aisladas que disponen de un pequeño caudal de agua. Dichas tecnologías permiten obtener potencias de 1, 2 y 3 kW/hora y aprovechar la energía residual para calentar agua para el uso doméstico. En zonas donde ya existe el servicio eléctrico, la energía generada se puede incorporar a la red eléctrica, pudiendo ahorrar combustible y propiciar la reducción de las emiciones de efecto invernadero.

Pregunta 6. ¿En su consideración qué papel pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona?

Criterios respecto al papel pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona.

Opción	Frecuencia	%
Alto	2	2
Medio	7	7
Bajo	36	38
Muy bajo	51	53
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

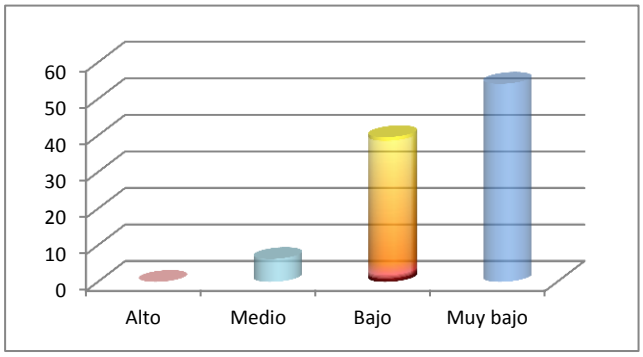
Interpretación: El 2% de la población encuestada manifestó que el papel que pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona es alto; el 7% opinó que es medio; el 38% considera que es bajo; mientras que el 53% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: Los resultados de la encuesta demuestran que la población encuestada ignora las potencialidades del río Portoviejo en función de poder contribuir a elevar la confiabilidad y calidad del servicio eléctrico en zonas cercanas a su cause. Las pequeñas centrales hidroeléctricas que pueden aprovechar el bajo nivel de potencial del río Portoviejo, puden ser conectadas a la red y con eello mejorar el perfil de tensión de la red donde se conecta, pudiendo elevar la confiabilidad y calidad del servicio.

Pregunta 7. ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia?

Criterios respecto a la posibilidad que ofrece el aprovechamiento de la energía hídrica del río para contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	6	6
Bajo	38	40
Muy bajo	52	54
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

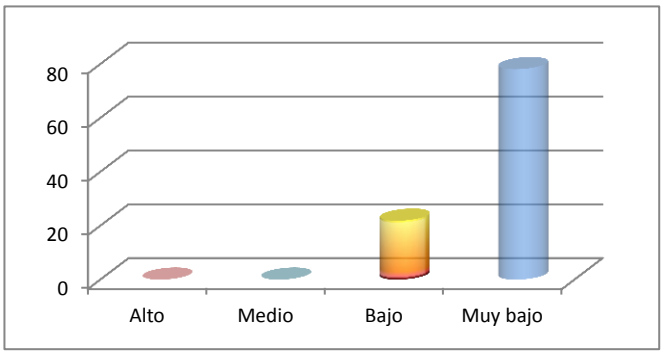
Interpretación: El 6% de los encuestados planteó que el papel que pudiera jugar el potencial hidráulico del río Portoviejo en el ahorro de recursos y la eficiencia es medio; un 40% manifestó que es bajo; mientras que el 54% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: Esta problemática está vinculada con los resultados de la pregunta anterior, pues esenciamnete se debe al desconocimiento que poseen los pobladores de la zona, relacionado con la posibilidad de ahorrar recursos naturales y lograr una mayor eficiencia energética mediante el aprovechamiento del potencial hidráulico del río. Se desconoce que por cada MWh de electricidad hidráulica incorporada a la red se puede evitar hasta 0,4 MWh de pérdidas y se puede ahorrar hasta 0,35 ton de petróleo que se utiliza en la generación térmica en la provincia de Manabí.

Pregunta 8. ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir a la protección del ambiente?

Criterios respecto a la posibilidad que ofrece el aprovechamiento de la energía hídrica del río para contribuir a la protección del ambiente.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	0	0
Bajo	21	22
Muy bajo	75	78
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

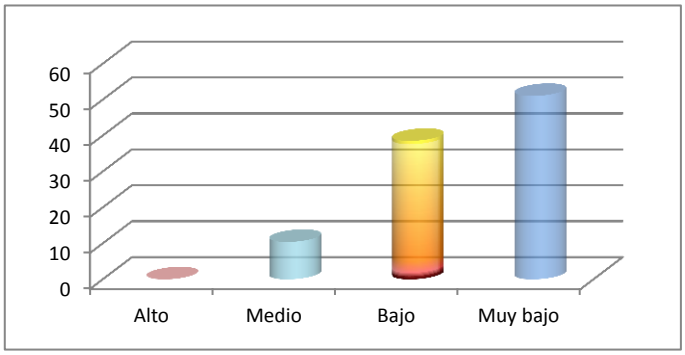
Interpretación: El 22% de la población encuestada manifestó que el papel que pudiera jugar el potencial hidráulico del río para contribuir a la protección del ambiente es bajo; mientras que el 78% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: La población encuestada desconoce las posibilidades que ofrece la generación de energía mediante el aprovechamiento del potencial hidráulico del río en función de reducir el impacto ambiental derivado de la generación de electricidad. Sin embargo lo que debe quedar claro es que por cada MWh de electricidad hidráulica que se incorpore a la red eléctrica se puede evitar la emisión de 0,9 ton de CO_2.

Pregunta 9. ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al desarrollo social de la zona?

Criterios respecto a la posibilidad que ofrece el aprovechamiento de la energía hídrica del río para contribuir al desarrollo social de la zona.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	10	10
Bajo	37	39
Muy bajo	49	51
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

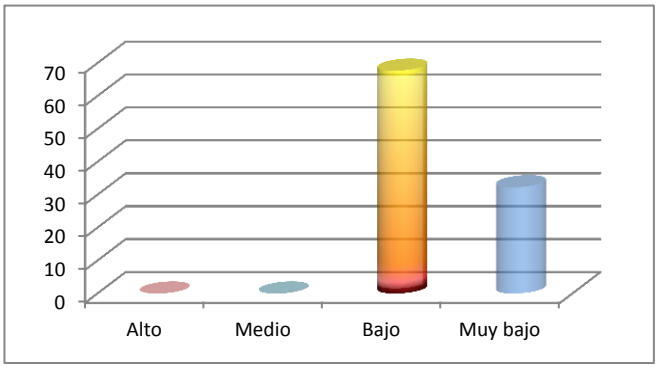
Interpretación: El 10% de la población encuestada manifestó que el papel que pudiera jugar el potencial hidráulico del río para contribuir al desarrollo social de la zona es medio; el 39% opinó que es bajo; mientras que el 51% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: Ya no queda dudas que el desarrollo de lam electrificación y su calidad, son consustanciales con el nivel de desarrollo económico y social. El aprovechamiento de la energía hidráulica del río, puede abrir nuevas expectativas de eficiencia energética, ahorro de recursos naturales y económicos, así como contribuir a reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

Pregunta 10. ¿Cómo considera usted la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica?

Criterios respecto a la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica.

Opción	Frecuencia	%
Alto	0	0
Medio	0	0
Bajo	65	68
Muy bajo	31	32
Total	96	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 68% de la población encuestada manifestó que la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica es baja; mientras que el 32% consideró que dicha posibilidad es muy baja.

Análisis: Es cierto que el río Portoviejo no presenta un potencial hidráulico que se pueda considerar importante; pero en la actualidad existen tecnologías que permiten aprovechar la potencia que pueda existir en los pequeños caudales y con ello poder contribuir al ahorro de recursos, la reducción de las emisiones de CO_2 y al mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico en las zonas estudiadas.

CAPITULO CINCO

6. VERIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS

6.1.Estudiar la bibliografía relacionada con el tema.

Este objetivo se cumplió, mediante el enriquecimiento de la lectura de obras literarias de muchos profesionales en el tema, lo que nos permitió incluir información en la tesis, dada la veracidad de información de sus principales contenidos.

6.2.Analizar la estructura socioeconómica de los sitios escogidos para el estudio.

Para logro del objetivo en referencia, se recorrió 19 comunidades de las riberas del río Portoviejo y sus afluentes, con la finalidad de analizar si el caudal de agua era suficiente para la implantación de centrales eléctricas y que con estas centrales sus negocios prosperen y la sustentación económica vaya en aumento.

6.3.Realizar el aforo determinando caudal y características, determinando los pequeños potenciales hidráulicos.

El presente objetivo se pudo verificar una vez que se realizaron los estudios pertinentes en las 19 comunidades en la ribera del río Portoviejo, a través de los métodos sugeridos por nuestro tutor el Ing. Líder Macías Ramos, para efecto de ello optamos por el aforo, el cual nos ayudó a determinar que el caudal y sus características era perfecto para implantar centrales eléctricas.

6.4.**Exponer los resultados del estudio**.

Los estudios que fueron realizados en esta tesis permitió corroborar que las 19 comunidades que se encuentran ubicadas cerca de las riberas del río Portoviejo cuentan con servicio eléctrico, sin embargo esto no fue impedimento para realizar el estudio técnico y verificar que si es factible la implantación de centrales eléctricas, con la finalidad de que esto permita la ayuda en su crecimiento socioeconómico.

7. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS

Se pudo constatar que el Río Portoviejo es un caudal afluente de agua, que permite ser un potencial hidráulico óptimo para la creación de centrales eléctricas, que generará ayuda autosustentable y socioeconómica a los habitantes de éstas zonas en las 19 comunidades estudiadas.

CAPITULO SEIS

8. Elaboración del reporte de los resultados

Mediante la investigación fueron estudiados 19 sitios del río Portoviejo, que constituyen interés para el análisis sobre el posible aprovechamiento del potencial hidráulico para la generación de electricidad, ya que se encuentran ubicados en sitios cercanos a zonas pobladas, donde existen objetivos vinculados al comercio, la producción y la educación que se pudieran beneficiar.

En la figura 1 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Honorato Vasquez.

Figura 1. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Honorato Vasquez.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 2 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Río Caña.

Figura 2. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Río Caña.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 3 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Las Piedras.

Figura 3. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Las Piedras.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 4 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Las Guayjas.

Figura 4. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Las Guayjas.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 5 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Lodana Adentro.

Figura 5. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Lodana Adentro.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 6 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Mejia Adentro.

Figura 6. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Mejia Adentro.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 7 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Hacienda El Resbalon.

Figura 7. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Hacienda El Resbalon.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 8 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Alajuela.

Figura 8. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Alajuela.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 9 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio La Cantera.

Figura 9. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio La Cantera.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 10 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio Chirijos.

Figura 10. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio Chirijos.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 10 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio El Cerrito.

Figura 10. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio El Cerrito.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la figura 10 se muestra una foto donde se puede observar una parte del proceso de la medición del caudal del río Portoviejo en el sitio San Eloy.

Figura 10. Parte del proceso de la medición del caudal en el sitio San Eloy.

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

En la tabla 1 se muestran los resultados de 12 puntos estudiados en función del potencial hidráulico.

Tabla 1.

Cálculo del caudal en los sitios estudiados

DATOS INFORMATIVOS			DISTANCIA A-B	TIEMPO (SEGUNDOS)						VELOCIDAD	PROFUNDIDAD						ANCHO DEL RIO	AREA	CAUDAL
SITIO/COMUNIDAD	COORDENADAS UTM		D(metros)	T1	T2	T3	T4	T5	Tpromedio	V=D/T (m/sg)	h1 (m)	h2(m)	h3(m)	h4(m)	h5(m)	Hm=h1+h2+h3+h4+h5(m)	A(m)	A= Hm*Ar (m2)	Q= V *A (m3/sg)
Honorato Vasquez	586509.92	9877120.56	20.4	53.10	53.64	43.36	49.13	49.04	49.65	0.41	0.89	1.31	1.03	1.03	0.51	0.95	**13.5 m**	12.9	5.3
Rio Caña	583244.39	9874335.61	17.4	32.50	30.92	29.88	23.47	28.95	29.14	0.60	0.49	0.83	0.77	1.01	0.82	0.79	**21.5 m**	16.9	10.1
Ayacucho	579448.46	9871709.83	18.0	30.35	31.02	29.96	30.15	29.34	30.16	0.60	0.48	0.84	0.77	0.85	0.73	0.73	**20.0 m**	14.7	8.8
Las Piedras	576590.65	9869938.52	17.4	32.96	28.81	28.00	27.78	23.78	28.27	0.62	0.29	0.68	0.87	0.82	0.62	0.66	**16.8 m**	11.0	6.8
Las Guayjas	574005.74	9867931.19	17.2	24.60	21.35	22.54	23.97	23.97	23.29	0.74	0.53	0.58	0.39	0.40	0.23	0.42	**27.1 m**	11.5	8.5
Lodana	567938.91	9869903.65	9.1	24.30	22.35	21.34	23.34	19.01	22.07	0.41	0.15	0.13	0.11	0.13	0.13	0.13	**7.6 m**	1.0	0.4
El Tropeson	564105.28	9862686.84	10.0	49.72	51.76	54.51	54.32	51.26	52.31	0.19	0.15	0.15	0.12	0.22	0.13	0.15	**6.4 m**	1.0	0.2
El Pueblito	564669.85	9860144.91	11.0	15.06	14.42	16.11	14.62	14.81	15.00	0.73	0.09	0.20	0.21	0.18	0.10	0.15	**5.1 m**	0.8	0.6
Estancias Viejas Adentro	566944.33	9874493.78	9.1	24.30	22.35	21.34	23.34	19.01	22.07	0.41	0.14	0.17	0.10	0.14	0.12	0.13	**7.6 m**	1.0	0.4
La Mocora	564798.39	9877963.02	7.0	27.97	23.07	23.59	26.55	27.10	25.66	0.27	0.48	2.02	2.26	1.04	0.36	1.23	**16.0 m**	19.7	5.4
Higueron Adentro	558249.34	9888921.38	14.0	29.15	28.32	29.11	28.00	28.79	28.67	0.49	0.54	1.98	2.90	2.12	0.79	1.67	**28.0 m**	46.6	22.8
Mejia Adentro	559243.71	9890682.91	14.0	13.72	12.59	17.48	14.11	12.59	14.10	0.99	1.94	5.22	6.54	4.09	1.44	3.84	**33.0 m**	126.9	126.0
El Resbalon	562306.59	9893151.07	14.0	10.88	13.89	14.10	15.15	16.47	14.10	0.99	0.40	0.87	1.53	2.25	0.95	1.20	15.1 m	18.1	18.0
Alajuela	580201.25	9883634.24	14.0	21.83	23.13	23.79	22.29	26.58	23.52	0.60	0.34	0.86	1.16	0.50	0.15	0.60	14.6 m	8.8	5.2
La Cantera	587192.12	9882918.27	13.0	16.94	15.58	19.36	15.83	17.57	17.06	0.76	0.27	0.62	0.71	0.88	0.57	0.61	11.8 m	7.2	5.5
San Lorenzo	582747.90	9883162.04	20.0	10.57	10.37	9.86	11.56	10.57	10.59	1.89	0.18	0.53	0.80	0.72	0.35	0.52	13.1 m	6.8	12.8
Chirijos	584555.39	9885748.36	14.0	9.71	9.57	9.83	8.84	9.62	9.51	1.47	0.28	0.88	0.79	0.33	0.15	0.48	11.0 m	5.3	7.8
El Cerrito	556587.79	9900579.76	14.0	18.52	19.19	19.60	19.04	19.29	19.13	0.73	1.03	1.93	4.43	2.87	0.88	2.23	16.2 m	35.9	26.3
San Eloy	560136.23	9901870.87	11.0	14.71	39.86	20.18	22.64	17.13	22.90	0.48	1.16	2.80	3.73	2.65	0.72	2.21	24.5 m	54.1	26.0

En la tabla 2 se muestra el análisis del potencial hidráulico estudiado en relación con los elementos presentes en la sociedad, donde se puede percibir la importancia de introducir las tecnologías de generación hidráulica en sistemas conectados a la red, de manera que se pueda contribuir a mejorar la calidad del servicio eléctrico, ahorrar petróleo y reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

Tabla 2.
Estudio de la Comunidad

Datos informativos Sitio/Comunidad	Caudal calculado Q= V *A	Distancia hasta Comunidad	Cantidad de		Entidades			Cálculo de la demanda	Calidad del servicio eléctrico	Propuesta posible opción del sistema
			Casas	Personas	Económicas	Escuelas	Otras			
	(m^3/s)	(m)	(U)	(U)	(U)	(U)	(U)	(kW)		
Honorato Vasquez	5.3	25	113	376	2	15	6	1400	Bueno	Conectado a la red
Rio Caña	10.1	180	20	60	0	1	0	523	Bajo	Conectado a la red
Ayacucho	8.8	100	149	447	2	7	2	1620	Bueno	Conectado a la red
Las Piedras	6.8	50	18	59	0	1	0	317	Bajo	Conectado a la red
Las Guayjas	8.5	43	43	154	0	1	0	863	Regular	Conectado a la red
Lodana	0.4	130	76	273	1	8	3	1432	Bajo	Conectado a la red
El Tropeson	0.2	180	33	132	0	1	0	625	Bueno	Conectado a la red
El Pueblito	0.6	175	55	165	0	1	0	937	Regular	Conectado a la red
Estancias Viejas Adentro	0.4	50	73	219	0	1	2	1347	Bueno	Conectado a la red
La Mocora	5.4	250	177	531	0	3	1	960	Bueno	Conectado a la red
Higueron Adentro	22.8	250	115	460	0	2	1	1525	Bueno	Conectado a la red
Mejia Adentro	126.0	70	155	536	1	4	2	623	Bueno	Conectado a la red
El Resbalon	18.0	250	113	339	0	2	2	358	Bueno	Conectado a la red
Alajuela	5.2	170	118	472	2	3	3	373	Bueno	Conectado a la red
La Cantera	5.5	238	31	93	0	1	0	715	Regular	Conectado a la red
San Lorenzo	12.8	84	63	252	0	2	0	1117	Regular	Conectado a la red
Chirijos	7.8	275	121	363	2	3	2	389	Bueno	Conectado a la red
El Cerrito	26.3	180	54	216	0	1	0	973	Bueno	Conectado a la red
San Eloy	26.0	15	143	429	1	2	3	348	Bueno	Conectado a la red

En la figura 11 se muestra el mapa del potencial hidráulico estudiado del Río Portoviejo.

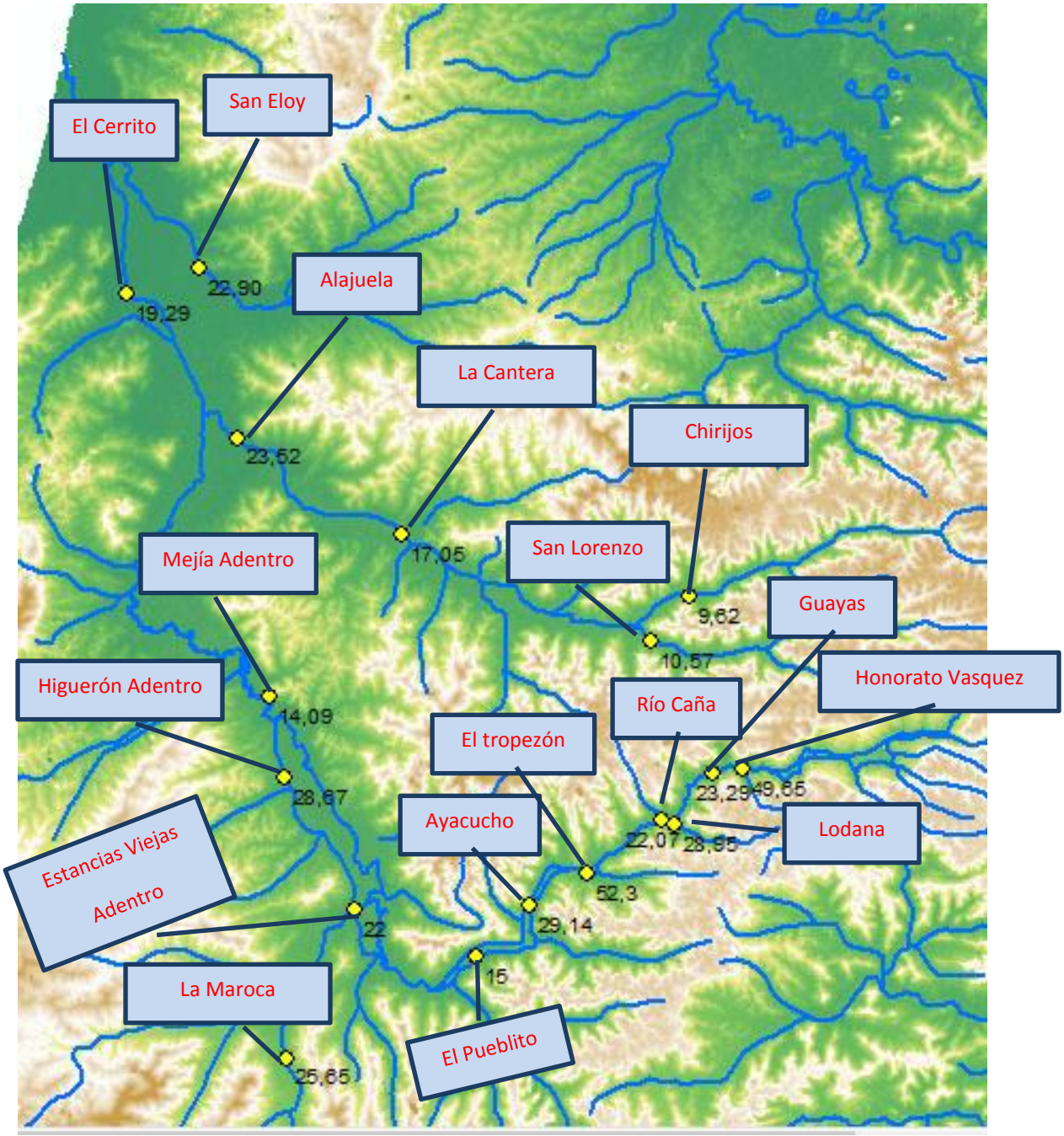


Figura 11. Mapa del potencial hidráulico estudiado del Río Portoviejo

Conclusiones

1. Una vez que se inició la búsqueda de información que aporte al desarrollo de la investigación, se pudo determinar insuficiencias en las fuentes bibliográficas existentes, siendo estas reducidas, con escaza novedad científica, ampliando la brecha epistemológica en cuanto al estudio de la hidráulica, muy poco aporte a esta ciencia y en consecuencia resultados limitados para la aplicación de micro centrales hidroeléctricas que mejoren el servicio de energía eléctrica en las comunidades aledañas a las riberas del río Portoviejo del cantón Portoviejo.

2. El contexto sobre el cual se realizó el estudio es netamente agropecuario, siendo este el mayor beneficiario, por cuanto podrían usar la energía eléctrica generada para la industrialización de los productos que se cultivan, dándole un valor agregado a sus actividades y teniendo la posibilidad de conectarse al sistema nacional interconectado y obtener réditos económicos en la medida en que a través de ésta se generen nuevas actividades económicas que mejoren la calidad de vida de los habitantes.

3. La investigación permitió comprobar que a pesar de que en todas las comunidades estudiadas y que se encuentran ubicadas en sitios cercanos al río Portoviejo cuentan con el servicio eléctrico, no en todos los casos la electricidad está llegando con los parámetros técnicos de calidad requeridos, situación que se hace más conflictiva durante los meses de invierno con las lluvias, donde se producen frecuentes interrupciones del servicio eléctrico.

4. A pesar de que el río Portoviejo posee poco caudal, se pudo comprobar que en varios sitios del cauce existen pequeños potenciales de energía hidráulica que pueden ser aprovechados para la generación de electricidad y con ello poder mejorar la calidad del servicio eléctrico, ahorrar recursos naturales y contribuir con la reducción de las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

Recomendaciones

1. Es recomendable emprender investigaciones que brinden una información segura y objetiva para la gestión del aprovechamiento de los recursos de energía renovable en cada una de las comunidades aledañas al río Portoviejo.

2. Las comunidades que son netamente agropecuarias deben empoderarse del proyecto para así iniciar emprendimientos a la vez convertirse en operadores y administradores de las micro tecnologías instaladas para la generación de energía eléctrica y obtener nuevas formas de ingreso económico.

3. En la investigación se ha utilizado el método del aforo a través del flotador y en una temporada donde recién se iniciaba las precipitaciones lluviosas por lo que sería de gran ayuda que este aforo se lo realice con técnicas diversas y por lo menos tres veces al año.

4. En otros tramos y sistios del río Portoviejo que no fueron estudiados, podría existir potencial hidráulico para ser aprovechado en la generación de electricidad con tecnologías de microturbinas, resultando recomendable continuar con el estudio del potencial en dichos sitios.

1. Presupuesto

Tabla: Análisis del presupuesto

RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Recursos Humanos	2	450,00	900,00
Recursos Materiales			
Papel	1000	4,00	4,00
Impresión	100	6,00	26,00
Transporte	5	10,00	50,00
Sub total			970,00
12% IVA			115,20
TOTAL			1085,20

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

2. Cronograma

TIEMPOS / ACTIVIDADES	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Oct		Nov			Dic				
Recopilación de información	x									
Aplicación de las técnicas		x								
Encuestas tabulación y análisis de datos			x							
Tema y planteamiento de problema				x						
Desarrollo del marco teórico					x					
Visualización del alcance de estudio						x				
Desarrollo y diseño de la investigación							x	x		
Definición y selección de la muestra y recolección y análisis de datos									x	
Reporte de los resultados (conclusiones y recomendaciones)										x

3. BIBLIOGRAFÍA

1. Altshuler, J. and C.d. autores, *Evolución histórica del uso de la energía.* Tabloide de energía, 2004. **CUBAENERGIA, con la participación de otras instituciones del CITMA, MINBAS, MES y el MINED, Cuba.**
2. Berris, L. and C.d. autores, *Solarización territorial. Vía para el desarrollo sostenible.* Editorial CUBASOLAR, 2010, ISBN: 978-959-7113-39-3, 2010.
3. Wikipedia, *Río.* Consultado el día 20 de febrero de 2017. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo#cite_ref-4, 2016.
4. Pérez, P.J. and M. Merino, *Caudal.* Consultado el 23 de febrero de 2017. Disponible en: http://definicion.de/caudal/, 2010.
5. Educativo, O.N., *Fuentes renovables de energía.* Consultado el 24 de feberero de 2017. Disponible en: http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/nollorenpormi/soluen.htm, 2016.
6. H, E., *Ecuador ama la vida.* Gobernación de Azuay. 31 de Marzo de 2015, 2015. **Consultado el 24 de febrero de 2017. Disponoible en:** http://www.gobernacionazuay.gob.ec/con-energia-hidroelectrica-ecuador-contribuye-a-reducir-11-millones-de-toneladas-de-c02/.
7. Gonzalez, S.M., *Fundamentos de Centrales Hidroeléctricas pequeñas y sus obras anexas.* Consultado el 24 de febrero de 2017. Disponioble en: http://radian.cl/documents/fundamentos_centrales_hidroelectricas_pequenas.pdf, 2008.
8. M, L., *Ecuador y sus principales centrales hidroeléctricas.* Consultado el 25 de febrero de 2017. Disponible en: http://ecuadorprincipalescentrales.blogspot.com/, 2013.
9. MEER, *El potencial hidroeléctrico del Ecuador se duplicó en 6 años.* Consultado el 6 de septiembre de 2016. Disponible en: http://www.energia.gob.ec/el-potencial-hidroelectrico-del-ecuador-se-duplico-en-6-anos/, 2013.
10. Ingeniería, C.I., *Hidroeléctricas.* Consultado el 25 de febrero de 2017. Disponible en: http://www.centralhidroelectrica.com/hidroelectricas.html, 2010.
11. Atom, *Cálculo fácil de la energía que podemos obtener de un salto de agua.* Consultado el 25 de febrero de 2017. Disponible en: http://todoproductividad.blogspot.com/2011/11/calculo-facil-de-la-energia-que-podemos.html, 2011.

Anexo 1. Encuesta

Lugar: _____

Objeto de la encuesta: Definir una aproximación respecto a la noción que tiene la comunidad de la importancia del servicio eléctrico, la eficiencia y el ahorro de energía, así como el papel que puede jugar el potencial hidráulico para cubrir la demanda de energía, mejorar el servicio eléctrico y contribuir con la protección del medio ambiente.

1 - ¿Qué papel usted le concede al servicio eléctrico?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

2 - ¿En que nivel usted considera que se encuentra la calidad del servicio eléctrico en la zona donde reside?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

3 - ¿A su criterio. Qué nivel tiene la gestión que presta la empresa eléctrica en el mantenimiento de la calidad del servicio eléctrico?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

4 - ¿Usted considera que se puede mejorar el servicio eléctrico en la zona?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

5 - ¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con el agua del río?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

6 - ¿En su consideración qué papel pudiera jugar el potencial hidráulico del río en el mejoramiento del servicio eléctrico en la zona?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

7 - ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

8 - ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir a la protección del ambiente?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

9 - ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía hídrica del río puede contribuir al desarrollo social de la zona?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

10 - ¿Cómo considera usted la vitalidad del caudal del río para generar energía eléctrica?
Alto ( ), Medio ( ), Bajo ( ), Muy bajo ( ).

FECHA: _____

Encuestador: _____

Anexo 2. Entrevista (toma de datos)

ENTREVISTA (toma de datos)

Nombre del sitio: _____

Coordenadas: LS _____ LO _____

El potencial se encuentra a _____ metros de la comunidad.

El potencial se encuentra a _____ metros de la línea eléctrica.

Nombre de la comunidad: _____

Dependencia económica de la comunidad: _____

Cantidad de casas: _____, Cantidad de personas: _____ De 0-12 años. ____ De 12-35 años _____. De 36-60 años _____. Mayor de 60 años _____.

Tiendas: _____ Escuelas: _____ Fábricas: _____ Otros: _____

Cuenta con servicio eléctrico SI ( ) NO ( ).

Calidad del servicio eléctrico: Malo ( ), Regular ( ), Bueno ( ).

Caso de confrontar problemas con el servicio, cuales:
_____
_____

Cálculo de la demanda de la comunidad: _____ kW.

Reciben el servicio de agua potable en sus casas: ( ), otra modalidad ( ). Cuál: _____

_____.

Qué métodos y productos se utilizan en la zona para el mejoramiento de los suelos: _____

_____ Qué producto: _____

Cada que tiempo lo aplican: _____.

Qué residuales de biomasa se generan en la comunidad: _____

_____.

Anexo 3. Evidencias

Medición del caudal en el punto Honorato Vasquez.

Localización geográfica El Resbalón para su posterior medición del caudal.

Las Guaijas punto a tomar para el estudio hidrográfico del Río Portoviejo

Encuesta a los ciudadanos de las comunidades

Realizando el método del aforo para obtener los datos.

Medición del nivel de agua del río.

Encuesta en Higueron Adentro para obtener información del nivel del Río Portoviejo

Comunidad Chirijos punto de estudio para la mediciñon del caudal.

Realizando el método del aforo para la medición del caudal.

Parte del proceso de medición del caudal.