



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Diseño de una Mini Central Hidroeléctrica para Dotar  
de Energía a Centro Poblado de Quitaracsa.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Capristano Moreno, Ronald Pablo (ORCID: 0000-0001-5832-4567)

Muñoz Santisteban. Julio Enrique (ORCID: 0000-0002-3895-7604)

**ASESOR:**

Dr. Carranza Montenegro Daniel (ORCID: 0000-0001-67432-6915)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**TRUJILLO – PERÚ**

**2022**

## Dedicatoria

A mis profesores ya que con su guía y apoyo contribuyeron al logro de mis objetivos. Este proyecto esta dedicado a mi familia, porque me dieron la fuerza inspiración necesaria para seguir adelante, logrando superar los obstáculos que han surgido en cada paso, el esfuerzo y apoyo que me han brindado.

**Ronald Capristano.**

A Dios por cuidar mis pasos y permitirme alcanzar unas de mis metas ,gracias a el por la vida,A mis padres por su amor y su guía ,y sus consejos brindados y no dejarme caer y siempre estar hay,A mis profesores por guiarme y brindame sus conocimientos . A mi esposa Eliz por estar hay ,por darme animos por su paciencia y su amor, A mis hijos Jehu y Elena por ser mis soportes.

**Julio Muñoz.**

## Agradecimiento

A la Universidad, a mis maestros asesores ya que me han guiado y apoyado en la realización de este trabajo.

A mis seres queridos quienes han creído en mi esfuerzo y su apoyo incondicional han sido la fuerza para avanzar, enseñándome a no desistir y seguir adelante incluso cuando tuve momentos complicados, aunque la tarea parezca imposible.

**Ronald Capristano.**

A mis padres ,Pedro y Elena por haberme dado ese ejemplo de entrega y lucha ,de amor,por su apoyo,por su dedicacion y su guia.

A mi esposa por creer en mi por no dejarme caer y ser mi fuerza y mi motor.

A mi asesor, a mis profesores y a la universidad que me dieron la oportunidad de realizar este proyecto , y ser los pilares de mi educacion.

A mis hermanos por siempre impulsarme a seguir adelante y no rendirme .

**Julio Muñoz.**

## Indicé de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	11
3.2. Variable y Operacionalización. ....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación. ....	13
3.5. Procesamiento y Análisis de la Investigación.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos .....	14
IV.RESULTADOS .....	15
4.1. Objetivo 1: Determinación de la demanda del mercado eléctrico de Quitaraca.....	15
4.2. Objetivo 2: Diseño y cálculo de los parámetros para la mini central hidroeléctrica.....	17
4.3. Objetivo 3: Determinación de la viabilidad del proyecto.....	28
V.DISCUSIÓN .....	35
VI.CONCLUSIONES.....	39
VII.RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS .....	41
ANEXOS.....	47
TABLAS.....	65
FIGURAS.....	75

## Índice de Tablas

Tabla 1. Tipos de centrales hidroelectricas.....	8
Tabla 2. Operacionalizacion de Variables.....	12
Tabla 3. Resultados censales del año 2007.....	16
Tabla 4. Proyección de la población en 20 años.....	16
Tabla 5. Demanda de energía eléctrica.....	17
Tabla 6. Cálculo de la velocidad.....	17
Tabla 7. Medida de la sección del canal.....	18
Tabla 8. Factor k para el método del flotador.....	19
Tabla 9. Diametro de la particula.....	19
Tabla 10. Datos topográficos del salto y ángulo.....	20
Tabla 11. tipos de turbina.....	26
Tabla 12. Iteraciones para la determinación de la turbina y el generador.....	27
Tabla 13. Costo en el Area civil.....	28
Tabla 14. Costos del área electromecanica.....	29
Tabla 15. Costo del Consumo eléctrico de una familia.....	30
Tabla 16. Cálculo de los ingresos que se obtendrán por año.....	31
Tabla 17. Flujo de caja económica del proyecto.....	32
Tabla 18. Iteración de las tasas para calcular VAN=0.....	33

## Índice de figuras

Figura 1. Central hidroeléctrica .....	7
Figura 2. Esquema de Funcionamiento.....	7
Figura 3. Diagrama de selección de turbinas .....	10
Figura 4. Diseño de investigación .....	11
Figura 5. Procesamiento de análisis de la investigación .....	14
Figura 8. Medidas de los saltos y ángulos topográficos .....	20
Figura 9. Flexómetro STANLEY 30m/100 .....	21
Figura 10. Teodolito Electrónico Topcon DT-200 .....	21
Figura 12. Samsun Galaxy A20s.....	22
Figura 13. Diseño de canal.....	23
Figura 14. Diseño final del desarenador.....	24
Figura 15. Grafico del TIR .....	33

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general determinar los parámetros para el diseño de una minicentral hidroeléctrica para dotar energía a CP de Quitaracsa y su respectiva evolución económica que responde al panorama actual de las necesidades crecientes de la zona de energía eléctrica, cuenta con recursos naturales, sin embargo, se encuentra en zona aislada y de difícil acceso.

Asimismo, la investigación contó con una metodología del tipo cuantitativa aplicada y un diseño cuasi experimental de corte transversal. En la investigación la población se midió usando la fórmula de crecimiento poblacional donde se usó como base de cálculo el último censo aplicado en el centro poblado de Quitaracsa.

Los resultados obtenidos fueron que para el diseño de la minicentral se calculó por la cantidad de población un requerimiento de demanda energética de 35KW asimismo también se midió que el uso correcto para satisfacer esta demanda sería usar un par de turbinas Pelton de 16 cucharas con un generador de 4 inyectores y 900 rpm. Por último en la investigación se llegó a concluir que la elaboración de energía eléctrica para un centro poblado como Quitaracsa traería mucho desarrollo, cumplimiento de algunas demandas eléctricas que no se abastece.

**Palabras clave:** Mini central, Turbina, inyectores y generador

## Abstract

The general objective of this research work is to determine the parameters for the design of a mini-hydroelectric plant to provide energy to CP de Quitaracsa and its respective economic evolution that responds to the current panorama of the growing needs of the area for electrical energy, has resources natural, however, it is located in an isolated area and difficult to access.

Likewise, the research had a quantitative applicative type methodology and a cross-sectional quasi-experimental design. In the investigation, the population was measured using the population growth formula where the last census applied in the town of Quitaracsa was used as the calculation base.

The results obtained were that for the design of the mini-power plant, an energy demand requirement of 35KW was calculated based on the amount of population. Likewise, it was also measured that the correct use to satisfy this demand would be to use a pair of 16-spoon Pelton turbines with a generator with 4 injectors and 900 rpm. Finally, in the investigation, it was concluded that the elaboration of electrical energy for a populated center such as Quitaracsa would bring a lot of development, fulfillment of some electrical demands that are not supplied.

**Keywords:** Mini plant, Turbine, injectors and generator



## I. INTRODUCCIÓN

En esta investigación, se aplicara en el Centro Poblado de Quitaracsa, ubicado en una de las zonas de acceso problemático, así como la separación del organismo de transmisión interconectado, que no ha tenido la increíble oportunidad de trabajar en su vía de vida, con la utilización de la energía eléctrica y como resultado de la deserción de sus cercanos, especialistas provinciales y en consecuencia del gobierno focal, razón por la cual se ha visto en la necesidad de usar diferentes fuentes de energía electiva, como la leña, las velas, el carbón, papel, plástico. Para ello se ha visto en la necesidad de aprovechar sus actuales bienes hídricos y se ha decidido por el Diseño de una Mini Central Hidroeléctrica para dar energía al Centro Poblado de Quitaracsa, con el firme propósito de cumplir con el interés interior del foco poblado, teniendo y siendo como según el impulso de las normas eléctricas peruanas asegurando su inventario de la ayuda.

A nivel mundial en el continente de África. La central hidroeléctrica en África puede describirse como un límite introducido generalmente bajo un potencial de avance significativo. Los atributos climáticos y geográficos difieren significativamente, lo que genera una enorme variedad en el potencial de PCH en las partes norte y sur en contraste con las partes este y oeste de la masa terrestre. El límite total introducido de PCH de hasta 10 MW en África es de 595 MW y el potencial absoluto evaluado es de 10 240 MW. Esto muestra que hasta este punto se ha creado solo alrededor del 6%.

Por otra parte, en Asia, hay enormes activos SHP que, sea como fuere, se transmiten de manera desigual a lo largo de la masa terrestre. El límite total introducido de PCH en Asia es de 51 069 MW y el potencial total evaluado es de 138 226 MW (para PCH de hasta 10 MW). Esto demuestra que alrededor del 37% se ha creado de manera proactiva hasta la fecha.

Además, Europa tiene el mayor número de países con tarifas FIT (Feed – in – Tariff) establecidas para PCH-22 de las 39 naciones recordadas para este informe que ahora tienen tarifas FIT consolidadas en sus arreglos PCH particulares (Informe mundial sobre el desarrollo de la pequeña central hidroelectrica 2019, págs. 10-11)

“A nivel nacional la minicentral Hidroeléctrica Pátapo (1MW) con una capacidad de 1MW tiene el aprovechamiento de canal Taymi con una altura de 16,5 con un caudal de diseño de 8 m<sup>3</sup>/s. La conexión al SEIN es realizada por la LT 22,9 S.E. PATAPO-S. E-Tumán de 0,41 km. permitiendo el desarrollo de La localidad de Patapo así como en el cambio de su vida diaria”. (Osinergmin, 2020, pág. 75)

La central hidroeléctrica en localidades contribuirá al desarrollo de sistemas de generación, del desarrollo de la tecnología (Morales & Saavedra, 2017) permitiendo alcanzar altos niveles de eficiencia en la conversión de la energía hidráulica en energía mecánica y eléctrica. Sin embargo, en minicentrales Hidroeléctricas encontramos, a pesar de la disminución de eficiencias, se logra una ventaja económica por la simplicidad y dimensiones del diseño.

Formulación del problema. ¿Cuál será los beneficios al diseñar una minicentral de energía hidroeléctrica para alimentar al centro poblado de Quitaracsa?

El presente investigación se justifica porque existe carencia de energía eléctrica.

El trabajo de investigación tiene justificación técnica ya que es necesario cuantificar la dotacion de energía al centro poblado de Quitaracsa ya que existe carencia de energía en el centro poblado de Quitaracsa.

La justificación económica en este proyecto de generación de energía renovable, ya que generara energía eléctrica para dotar exclusivamente para el consumo interno, generando un horro en los costos de generación significativamente permitiendo el desarrollo de la población como del inversionista, aumentando el comercio y el aumento del turista nacional como del extranjero, generando un impacto positivo.

Justificación metodológica en este trabajo de investigación se plantea la calidad de vida de las personas que viven en Quitaracsa a través del diseño de una minicentral hidroeléctrica que dotara de energía al centro poblado.

La Justificación industrial y social en este trabajo de investigación está muy justificada, ya que no existe de concesiones eléctricas físicas apropiadas para el aprovechamiento de la misma. Estando en una zona donde cuenta con recurso hídrico o potencia cinética, que generara de energía eléctrica, para abastecer de

energía limpia y renovable, satisfacer la demanda interna como externa del centro poblado de Quitaracsa.

Teniendo como Hipótesis como se realizara el diseño de minicentral de energía hidroeléctrica dotara de la carencia de energía al centro poblado de Quitaracsa.

Así como el Objetivo general es elaborar un Diseño de una minicentral hidroeléctrica para dotar de energía a Centro Poblado de Quitaracsa. Asimismo, Los objetivos específicos fueron, Determinación de la demanda del mercado eléctrico de Quitaracsa , elaborar Diseño de las componentes de la minicentral hidroeléctrica Quitaracsa y por último Estudio económico y Viabilidad de la minicentral hidroeléctrica Quitaracsa.

## II. MARCO TEÓRICO

Para este trabajo de investigación se vio de cerca la problemática general CP de las que carece sabiendo que teniendo recurso que pueden mitigar no se hace y para ello se realizó algunos trabajos y estudios de este mismo tipo de problema tanto nacional como internacional.

Trabajo de investigación a nivel Internacional según (Vivas, 2020) “En su trabajo de tesis Diseño de una micro central hidroeléctrica para la hacienda las garzas”. En el cual se cerró y decidiendo la elección de las partes electromecánicas de la minicentral, por ejemplo, turbina hidráulica, generador eléctrico, componentes de guía, control, seguridad y difusión son dimensionados por la potencia eléctrica entregado en el cambio de energía y la eficacia del engranaje. La potencia eléctrica producida es de 675 W, con un caudal aparente de 2 amperios, el voltaje que se le suministrará a la pila es de 220v trifásico con una recurrencia de 60 Hz. A través de una guía tipo TTU de 12 AWG, la caída de tensión en la guía es de 1,87 voltios. Mientras se realiza la investigación financiera de los gastos de las partes de la minicentral hidroeléctrica se requiere 2406.56 USD para su ejecución. Finalmente se determinaron los archivos de VAN, TIR y beneficios que son los ideales para el emprendimiento, recuperando los intereses en 5 años y produciendo pagos monetarios. (Vivas , 2020, pág. 100)

(Uceta y Hidalgo ,2021) , en su trabajo de tesis , “Diseño de una minicentral hidroeléctrica, con aprovechamiento de la tecnología undimotriz powerbuoy Pb150, en la Playa Chiquita, provincia de Puerto Plata, República dominicana, 2021” . Se llegó al final y con los resultados obtenidos, se tiende a razonar que la central más pequeña de lo esperado satisface su capacidad de proveer una población de 1000 habitantes, o por el contrario, las 200 viviendas esperadas. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que las ondas normales solo permiten el uso del 18,9% (28.35 KW/150 KW) del límite máximo de cada dispositivo de autoridad. (Matos & Hidalgo, 2021, págs. 86-87)

(Palomeque, Valdez, Jara, & Reinoso,2020) “En su artículo de tecnología de la universidad politécnica salesiana en su artículo Diseño de una Minicentral Hidroeléctrica”. En dicho examen se llegó a un final global sobre el

aprovechamiento energético de la empresa Floricultora Plantaciones Malinacia Ltda, mes a mes asciende a 62.100 kWh, lo que significaría un límite introducido de aproximadamente 100 kw. a la luz de la desviación estándar de la utilización mes a mes se esperaba la mayor historia de utilización de 118 597 KWH y al menos 73 037 KWH. (Palomeque, Valdez, Jara, y Reinoso, 2020, pág. 43)

Trabajo de investigación a nivel nacional según (Pacheco,E, 2019) “En su trabajo de tesis Automatización del sistema de regulación de velocidad de la mini central hidroeléctrica de colina, en Marco Pata, llegando y concluyendo que su automatización mediante un equipo de regulación de velocidad, lograra mejorar sustancialmente la calidad del suministro eléctrico, en términos de parámetros de frecuencia y voltaje evitando se afecte su operación normal y un aumento en la seguridad de la planta, prescindiendo al operador permanente en la central para realizar esta función tan importante. También se tendrá un mejor funcionamiento de los aparatos o equipos eléctricos de los usuarios, con la consecuente reducción de costos por fallos y reparaciones de los mismos”. (Pacheco, 2019, pág. 195)

(Dominguez y Ramos 2018) en su Tesis de nombre ,”Rediseño de la Mini Central Hidroeléctrica Buenos Aires para una Potencia de 4 MW San Miguel ,Cajamarca”. Llegando a la conclusión que se puede rediseñar una minicentral para poder llegar a más usuarios, analizando los estudios hidrológicos para poder soportar un flujo volumetrico de 2.5 m<sup>3</sup>/s, teniendo en cuenta los buenos resultados económicos con un VAN de 34 277 728 y un TIR de 131.38% en un estimado de 20 años ,teniendo en cuenta los altos controles de calidad en los mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos. (Finetti y Ramos , 2018, pág. 198).

(Llave y Huang 2021) ,en su trabajo de tesis ,”Diseño preliminar de una mini central hidroeléctrica ubicada en la intercuenca Alto Apurímac en el distrito de Cotabambas – MCH Palcabamba”. Se culmina concluyendo que como aplicación del proyecto MCH Palcabamba se sumara a la utilización de activos energéticos amigables con el medio ambiente y sumarse a la recarga de la red energética del país. Con estas consecuencias del movimiento de hidrología y las curvas de término, se presume que el tazón es apropiado para el proyecto de uso de energía hidroeléctrica. Posteriormente, hay una progresión volumétrica de 0.16 m<sup>3</sup>/s y un flujo de volumen de 0.88 m<sup>3</sup>/s para un tiempo de retorno de 100 años. Se planificaron obras

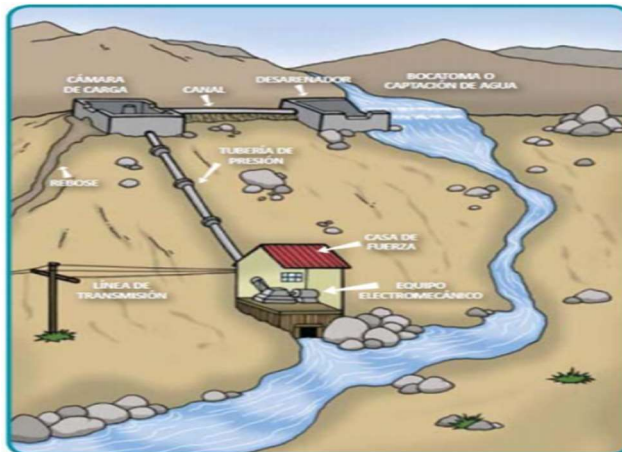
comunes vinculadas a la central hidroeléctrica Palca bamba . El desnivel de 550m se caracteriza por las calidades del paisaje . Ahora bien, por las calidades del emprendimiento, solo se requiere un transporte desarenador, una tubería forzada de 30 cm de ancho y habrá una turbina Pelton que, junto con el generador, dispondrá los 0,70 MW de potencia aparente. Finalmente, el efecto posterior del plan se comunica claramente en los planes adjuntos en la extensión de esta revisión . En esta revisión se establecieron los atributos de la central hidroeléctrica Palca bamba, la cual tiene una fuerza aparente de 700 KW y un componente de planta de 0.76 . Además, la energía anual ofertada es de 3,67 GWh/año. Nuevamente, se estableció la tarifa por la energía ofertada, la cual suma 60 dólares por cada MWh en la siguiente liquidación del RER. El plan financiero se obtuvo a la luz de proporciones de empresas similares . La empresa subyacente suma USD 1.200.000. Por otra parte, se completó una evaluación monetaria que dio lugar a una empresa productiva y alcanzable. La última opción se refleja con una TIR de 30,02% y un VAN de USD 1.092.146,14 . Por lo tanto, el emprendimiento MCH Palca bamba puede ayudar con la descentralización de las fuentes de energía de una manera beneficiosa y económica . (Llave y Huang , 2021, pág. 100)

Centrales eléctricas impulsadas por agua. Una planta transforma la energía del agua en energía eléctrica. Hay varios tipos de plantas hidroeléctricas; centrales que tienen caídas o rebotes altos y medios, en general tienen el arreglo correspondiente:

- a) Presa o trabajo de redirección de consumo que en las plantas de redirección capta agua del arroyo, en la directriz del arroyo se establece una gran presa que almacena agua de manera efectiva en periodos de tempestad y la utiliza en periodos secos.
- b) Canal o tubería de aducción que traslada el agua desde la admisión hasta la cámara de apilamiento.
- c) Cámara de apilamiento, donde aflora el agua de la admisión y donde comienza la línea de tensión. En su mayor parte, se instala una trampa de arena cerca de este para vaciar la arena y evitar que entre en la línea de tensión.
- d) Tubería de presión que mueve la corriente a la turbina accionada por agua.

- e) Casa de fuerza o de máquinas, donde se introduce el engranaje de edad. Tiene un canal de salida que aprovecha el agua que pasa, la turbina al arroyo.
- f) Engranaje de generación, que permite la transformación de la energía del agua en energía eléctrica.

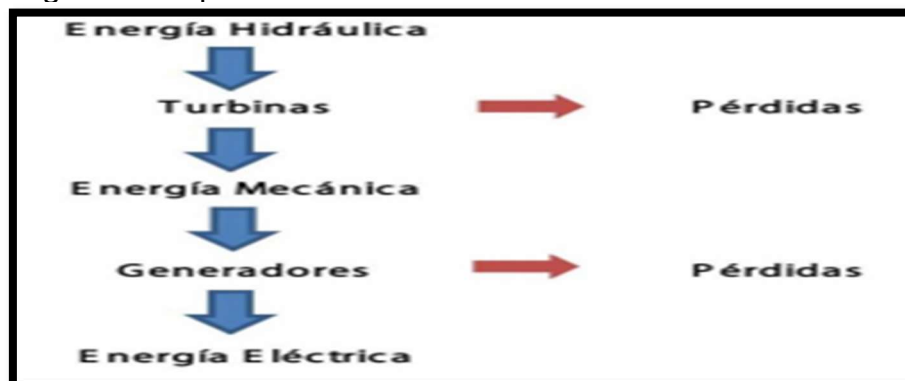
Figura1. Central hidroeléctrica



Fuente. Guía de buenas prácticas Mini centrales Hidroeléctricas. <https://www.sica.int/download>

Centrales hidroeléctricas de pequeña escala. Las centrales hidroeléctricas se pueden caracterizar como establecimientos en los que la energía contenida en un curso de agua situado a un determinado nivel se aprovecha y transforma en (energía eléctrica). Esto se consigue llevando el agua desde el nivel donde se encuentra, a un nivel inferior donde de todos modos hay unas turbinas accionadas por tensión que son movidas por el agua y en consecuencia giran en algún lugar alrededor de un generador, transportando energía eléctrica.

Figura 2. Esquema de Funcionamiento



Fuente: Guía de buenas prácticas Minicentrales Hidroeléctricas. <https://www.sica.int/download>

Tipos de Minicentrales Hidroeléctricas. Se puede plantear alternativas las que reduciría estas demandas en el PCH cual sería contar con un embalse que le permitiera cubrir las fluctuaciones de la demanda en cada momento, para ello se requiere la construcción de una presa que a su vez crea un embalse, aprovechable también para riego y control de creciente; sin embargo, estas obras requieren mayor profundidad en su diseño y mayor tecnología. Por tal motivo se reemplaza por una bocatoma, la cual capta parte del caudal disponible en el recurso, esta característica hace que M.C.H en derivación funcione al borde del agua. Adicionalmente, los M.C. H's se adaptan fácilmente a las diferentes condiciones de caída impuestas por las características topográficas y cartográficas del área del proyecto; de esta manera los M.C.H's también se pueden clasificar según la caída en: caída baja, media y alta.

Tabla 1. Tipos de centrales hidroelectricas

Tipo	Caída (m)		
	Baja	Media	Alta
Micro Centrales	$H > 15$	$15 < H < 50$	$H > 50$
Mini Centrales	$H < 20$	$20 < H < 100$	$H > 100$
Pequeñas Centrales	$H < 25$	$25 < H < 130$	$H > 130$

Fuente: Pequeñas centrales Hidroeléctricas, Ramiro Ortiz Flores-  
<http://rirc.itiud.org/Documents/1589243000.pdf>

Partes que conforman una pequeña central hidroeléctrica. En general, las centrales hidroeléctricas se componen de:

- Presa: Trabajo sobre la corriente principal para el instrumento o altura potencial de su nivel. En M.C.H. en su mayor parte se utiliza para subir de nivel, desarrollo básico.
- Obras de Consumo: diseño para trabajar con el tramo de agua en la trama de conducción. Es muy posible que se rebaje o no. Para M.C.H, muy bien puede ser un desarrollo extremadamente duradero o cuidadosamente ensamblado.
- Sistema de Acondicionamiento: para el transporte de agua desde el ingreso hasta la cámara de apilamiento, muy bien puede ser a través de canales o pasajes. M.C.H. es factible utilizar zanjas del sistema de agua.



- Cámara de Apilamiento: estructura que funciona con el paso de agua hacia la línea de tensión.
- Desarenador: marco para evitar la entrada de partículas fuertes en la tubería de tensión (seguro de tubería). Tiende a introducirse como un componente del trabajo de admisión o la cámara de agua (dependiendo de la tasa de corriente, el territorio, el material del canal).
- Accesorio de Obras Comunes: Rejillas (control de sólidos), puertas, vertederos, etc.
- Chimenea de Equilibrio: Estructura para rebajó de sobrepresiones. En M.C.H's su utilización no es muy sucesiva, depende del salto, la longitud de la línea, la velocidad del agua en el cilindro.
- Tubería: recorrido por el que fluye agua comprimida desde la cámara de apilamiento hasta la línea.
- Casa de Fuerza: Estructura que alberga los decorados de creación, así como otros herrajes electromecánicos.
- Canal de Vertido: Estructura de conducción que aprovecha el agua de la fuerza a contar hacia la fuente de donde fue tomada o hacia otro vecino.
- Turbina: Motor hidráulico que modifica la energía del agua (salto o caída y corriente).
- Regulador de Velocidad: servo mecánico que mantiene constante la velocidad de revolución de la turbina y, por lo tanto, constante la recurrencia de la energía eléctrica.
- Salto Bruto: Diferencia de nivel de la superficie libre del agua en la parte más elevada utilizable, resalte el menor grado de propósito por parte de la turbina (m)
- Altura Neta: Equivalente a la altura bruta menos los contratiempos accionados por agua en los diferentes componentes de conducción hasta la turbina. (metro)
- Flujo volumétrico: Cantidad de agua (volumen) utilizada por unidad de tiempo ( $m^3/s$ ) (Mini Centrales Hidroeléctricas (Manual para la Toma de Decisiones), pp. 4-6)

- Potencia Instalada. Es la potencia Nominal de los grupos de generadores instaladas en las centrales eléctricas. Para una central hidroeléctrica la potencia utiliza la siguiente fórmula.

$$P_{int} = Y * Q_e * H_n$$

Donde:

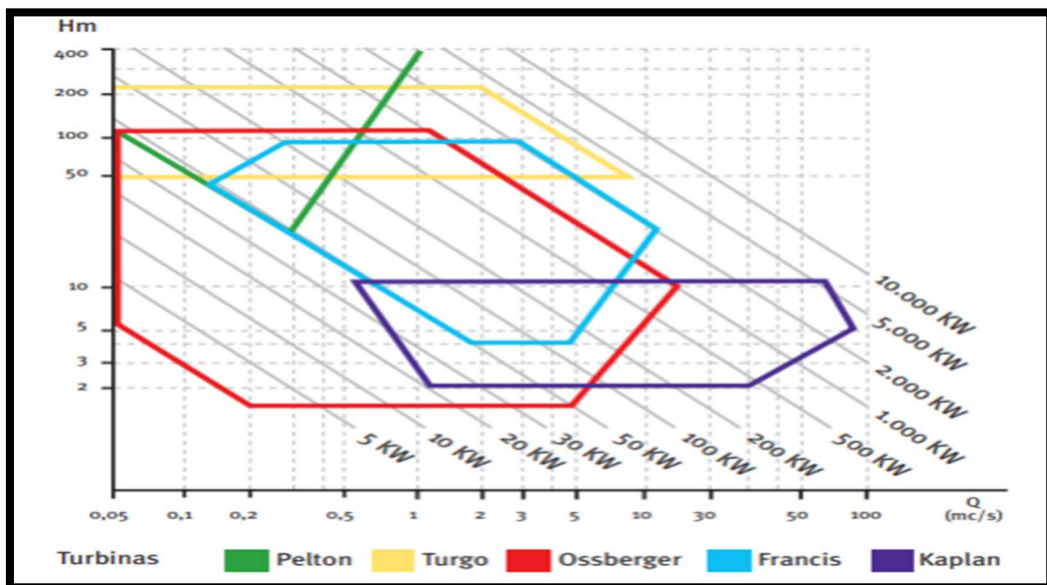
$P_{int}$ : Potencia Instalada (kW)

$Y$  : Peso específico del Agua ( $9,81 \frac{kN}{m^3}$ )

$Q_e$  : Caudal de equipamiento ( $\frac{m^3}{s}$ )

$H_n$  : Salto neto (m)

Figura 3. Diagrama de selección de turbinas



Fuente: Manual de energía Renovables 6-Diseño de una minicentral hidroeléctrica (Adriana Castro, 2006) [www.idae.es](http://www.idae.es)

- Potencia bruta: potencia activa que puede sostener una unidad generadora en los bornes de salida del generador, en un periodo mínimo de 5 horas, para cada una de las modalidades de operación a la Dirección Operativa del Centro de Despacho Económico de Carga.
- Potencia neta: potencia bruta descontados los propios consumos o interacciones que requiera la planta para operar.

### III. METODOLOGÍA

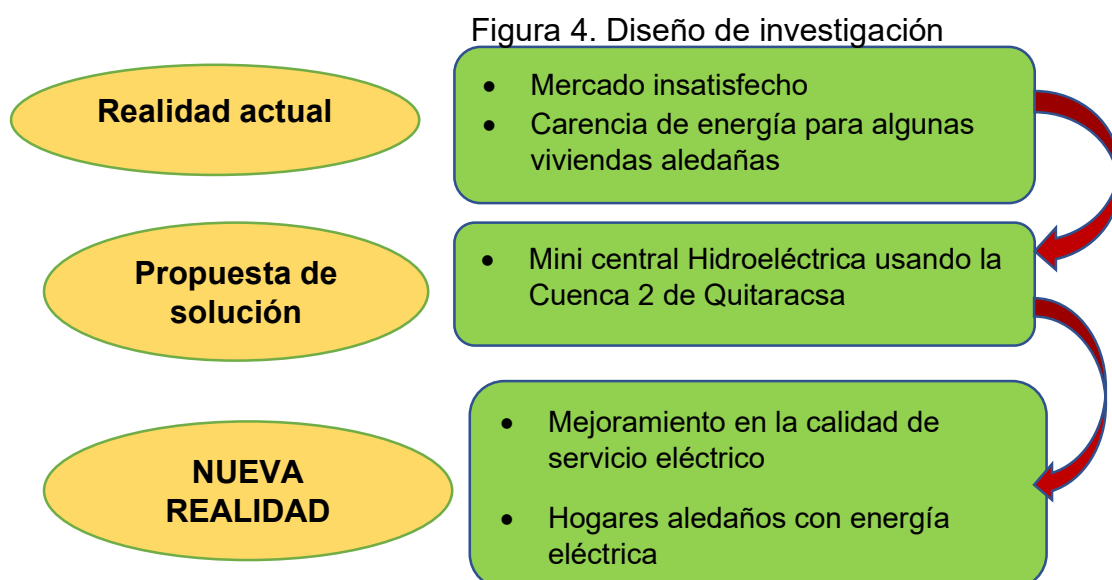
#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

EL tipo de investigación es aplicada en la cual se hará un estudio de cuantos usuarios hay, evaluación general de la zona el diseño de una MCH descriptivo ( hacer cálculos para saber la potencia generada y el consumo de la zona).

##### 3.1.2 Diseño

El diseño de la investigación será cuasi experimental de corte transversal, ya que se usará cálculos para un proceso productivo con la finalidad de obtener resultados, asimismo también se desarrollará en un tiempo planteado.



Fuente: Elaboración Propia, diseño de investigación teniendo realidad actual, solución y realidad actual.

#### 3.2 Variable y Operacionalización.

##### 3.2.1 Variable independiente

Diseño de la Mini central Hidroeléctrica

##### 3.2.2 Variable dependiente

Energía eléctrica producida para las viviendas carentes de este servicio (Dotar Energía)

### 3.2.3 Operacionalización

Tabla 2. Operacionalización de Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Mini central hidroeléctrica.	Una Mini Central Hidroeléctrica , es una instalación que permite aprovechar pequeñas cantidades de agua en movimiento que circulan por los ríos, el flujo de agua al pasar por las turbinas, provoca un movimiento de rotación que se transforma en energía eléctrica por medio de generadores, con una potencia instalada entre 1 MW y 30 MW <sup>10</sup> . (Morales Acevedo y Saavedra Martinez, 2017, pág. 19)	La minicentral hidroeléctrica se calculara respecto la demanda que se calculara con la poblacion , la potencia instalada obtenida con el diseño.	Demanda energetica	Kilovattios	Razón
			Determinar el salto Hidráulico	Metros	Razón
			Potencia instalada	wastt	Razón
Dotar de energía	Parámetro eléctrico medido en determinado tiempo	La capacidad de energía elaborada fue para la población que no cuenta con energía eléctrica del centro poblado de Quitaracsa	Demanda de energía al Cp	Kilowatts hora	Razón
			Perdida de distribución	Kilowatts hora	Razón

Fuente: Elaboración propia, diseño de variables en el proyecto de investigación del diseño de la minicentral hidroeléctrica para dotar de energía a C.P Quitaracsa.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1 Población:

Para (Hernández, 2014, p.174). “la población es el conjunto de todas las cosas o individuos que coinciden con una serie de especificaciones con la finalidad de conocer algún tipo de información para una determinada investigación”. Para el presente proyecto de investigación, se va a tener en cuenta la población en su totalidad todo el sistema de agua potable en la localidad de Quitaracsa.

Criterios de inclusión: La población que no cuenta con energía eléctrica del centro poblado de Quitaracsa

Criterios de exclusión: La población que no pertenecen al centro poblado de Quitaracsa.

#### 3.3.2 Muestra:

Para (Hernández, 2014, p 175). “La muestra es una parte de la población que integran y que está definido a un subconjunto llamado población”. Por lo tanto, para el proyecto de investigación, la muestra de estudio abarca toda la población que son un total de 80 viviendas y 570 personas, a cuáles se les aplicara un crecimiento en 20 años siendo este el valor de la demanda del Centro Poblado de Quitaracsa.

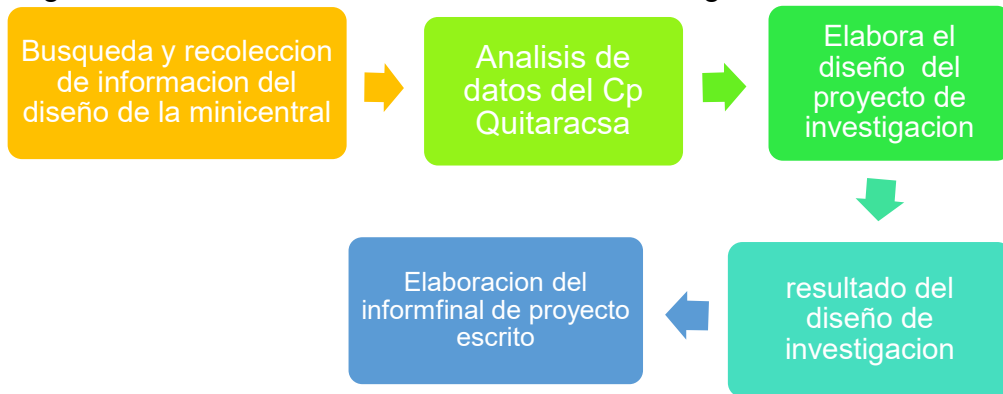
### 3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación.

- ✓ Hacer estudio específico para el diseño que estoy realizando, sacar cálculos exactos para la mini central de energía hidroeléctrica.
- ✓ Otra técnica es realizar un análisis completo para validar los criterios tomando en el diseño.

### 3.5. Procesamiento y Análisis de la Investigación.

Para el procesamiento de diseño de mini central de energía hidroeléctrica se hará uso de los instrumentos como (topografía, caudalímetro, turbinas, generadores, transformadores, etc.), también se hará investigación para su fácil entendimiento y manejo se usará el software de Word y Excel 2016 respectivamente, para el análisis se hará un estudio en centro poblado de QUITARACSA, así para poder obtener la energía requerida para la alimentación de dicha zona.

Figura 5. Procesamiento de análisis de la investigación



Fuente: Elaboración propia, Pasos para el procedimiento del diseño del proyecto de investigación del diseño de la minicentral para dotar de energía al cp. de Quitaracsa.

### 3.6. Método de análisis de datos

La técnica que se considerará para el examen de la información de los ejecutivos en el emprendimiento será fascinante, por lo que fue dada por los aspectos en cuanto a los factores a través de un modelo particular mediante cómputo numérico que se dieron en ese momento. Para adquirir y recopilar la información que se requiere de las partes que tiene el framework, se pensó en hojas de información especializada, información auténtica, el objetivo es presentar los indicadores particulares que se muestran en la tabla de operacionalización de factores, de tal manera que ver con el carácter de directrices, en todo caso, para la valoración y propuesta de mejora para llegar a los límites del interés esperado.

### 3.7. Aspectos éticos

Los autores especialistas de este proyecto de investigación se dedican a trabajar con increíble compromiso y autenticidad para que los resultados y los datos se confirmen por completo. El examen actual será evaluado y manejado a través de la programación TURNITIN, cabe señalar que se verificará su legitimidad y confiabilidad, se realizarán las referencias narrativas de la teoría, lineamientos y libros virtuales, se determinará la información para la revisión región para continuar con el proyecto de indagación.

## IV.RESULTADOS

Así como el Objetivo general es elaborar un Diseño de una minicentral hidroeléctrica para dotar de energía a Centro Poblado de Quitaracsa, donde se busca dar solución a los siguientes objetivos específicos.

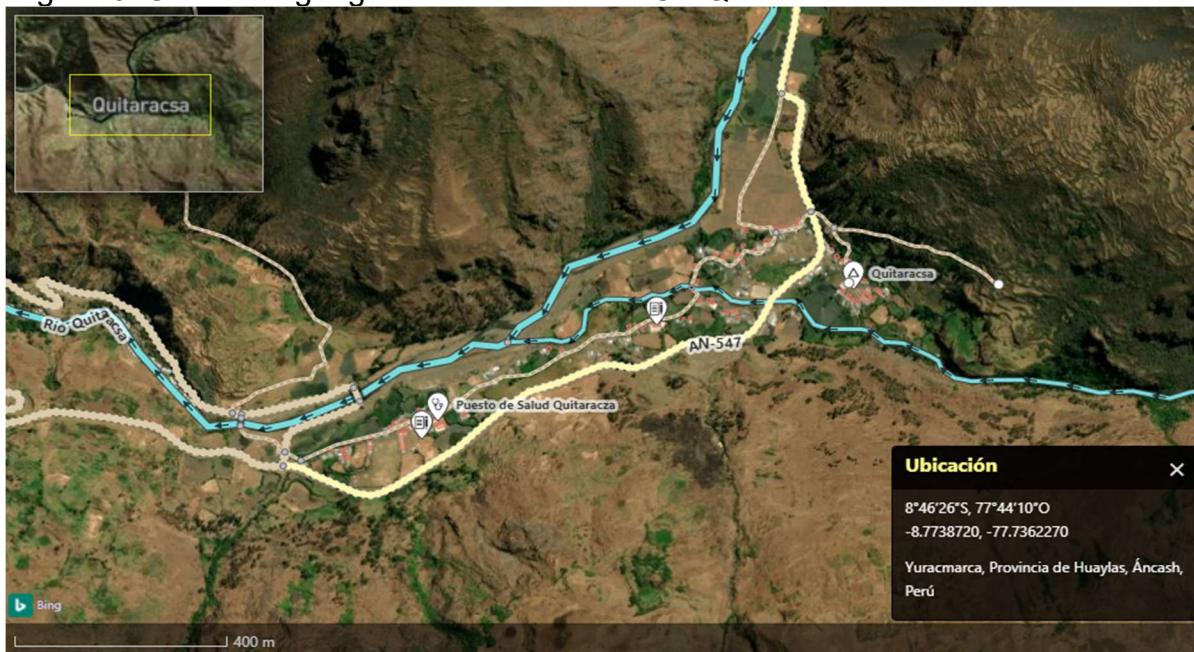
Determinación de la demanda del mercado eléctrico de Quitaracsa”, elaborar Diseño de las componentes de la minicentral hidroeléctrica Quitaracsa y por último Estudio económico y Viabilidad de la minicentral hidroeléctrica Quitaracsa”

### 4.1 Objetivo 1: Determinación de la demanda del mercado eléctrico de Quitaracsa

#### 4.1.1 Ubicación:

La ubicación del proyecto a desarrollarse se encuentra a 3269 m.s.n.m, ubicado en el Centro Poblado de Quitaracsa, Distrito de Yuramarca, Provincia de Huaylas, Región Ancash el centro poblado está ubicado entre las siguientes coordenadas, latitud sur  $-8.99367039000$ , longitud  $-77.47538548000$ .

Figura 6. Ubicación geográfica de Diseño de CP Quitaracsa



Fuente: [https://www.bing.com/mapbuilder/#background=Bing&disable\\_features=bou ndaries&map=15.75/-8.7721/-77.7363](https://www.bing.com/mapbuilder/#background=Bing&disable_features=bou ndaries&map=15.75/-8.7721/-77.7363)

Sé Cálculo el Crecimiento poblacional:

$$Pob_f = Pob_i(1 + r)^t$$

Tabla 3. Resultados censales del año 2007

AÑO	Tasa de crecimiento	2007: XI de población y VI de vivienda	Nivel geográfico
2007	2.86%	2779	Distrital
2007	3.57%	115389	Provincial

Fuente: INEI 2007 ultimo censo

Para el cálculo de la población proyectada se usara la población base que es de 80 viviendas y 570 personas las cuales carecen de energía eléctrica , para el cálculo se usara el r=2.86%

Tabla 4. Proyección de la población en 20 años

Periodo	Año	Población Proyectada
1	2021	586.30
2	2022	603.07
3	2023	620.32
4	2024	638.06
5	2025	656.30
6	2026	675.08
7	2027	694.38
8	2028	714.24
9	2029	734.67
10	2030	755.68
11	2031	777.30
12	2032	799.52
13	2033	822.39
14	2034	845.91
15	2035	870.12
16	2036	895.00
17	2037	920.59
18	2038	946.91
19	2039	974.00
20	2040	1001.85

Fuente: Elaboración Propia, proyección de población en 20 años



Para el cálculo de la demanda actual aplicaremos el consumo por familia

Tabla 5. Demanda de energía eléctrica

<b>ELECTRODOMÉSTICO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>KW</b>	<b>HORAS DIARIAS</b>	<b>KW</b>
<b>televisor</b>	1	120	0.12	1	0.12
<b>Licuada</b>	1	300	0.3	0.2	0.06
<b>Plancha</b>	1	1000	1	0.25	0.25
<b>Equipo de sonido</b>	1	80	0.08	2	0.16
<b>Focos</b>	3	20	0.06	2	0.12
<b>Total</b>					<b>0.71</b>

Fuente: Osinergmin consumo de artefactos

La población proyectada para 20 años es de 1002 habitantes, entonces según la tabla 5 se determina que la demanda necesaria para que este proyecto se aplicara con el promedio de población que es 750 en la cual se calcula que por casa el consumo es de 0.71KW

$$\text{Demanda de energía eléctrica} = 0.71 \text{ KW} * 750 = 0.532\text{MW}$$

#### 4.2. Objetivo 2: Diseño y cálculo de los parámetros para la mini central hidroeléctrica

##### 4.2.1. Caudal:

Para el cálculo del caudal se empleará el método del flotador

- Se selecciona la una longitud A hasta B la cual serán 30 m
- Calculamos la velocidad que tiene del punto A hasta B

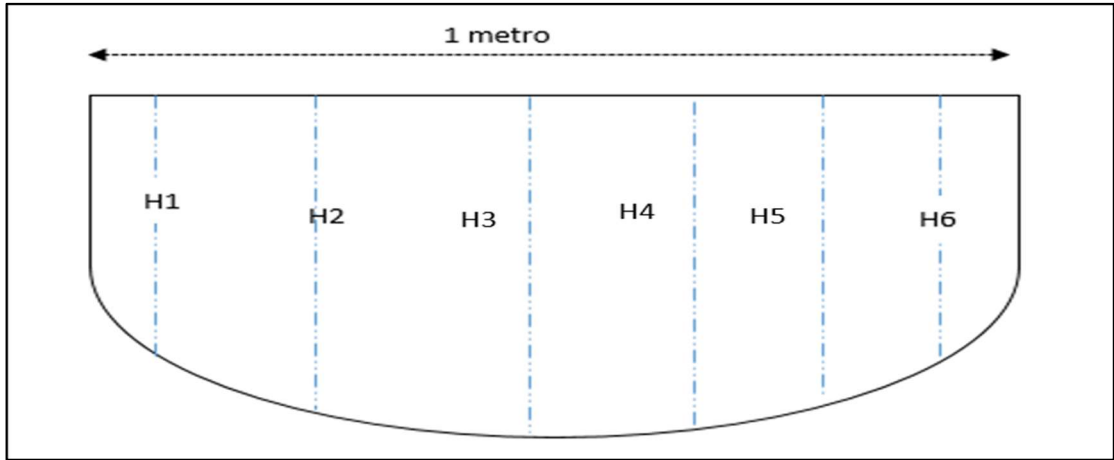
Tabla 6. Cálculo de la velocidad

Mediciones del tiempo	
PRUEBA 1	9,19
PRUEBA 2	9,39
PRUEBA 3	9,34
PRUEBA 4	9,26
PRUEBA 5	9,28
PRUEBA 6	9,20
<b>tiempo promedio</b>	<b>9,28 segundos</b>
<b>velocidad</b>	<b>3.23 m/s</b>

Fuente: Elaboración propia, toma de datos de la medición de la velocidad del caudal del rio de 9,19 m/s a una velocidad promedio de 3.23m/s.

✓ Dimensiones del canal

Figura 7 Gráfico del canal Quitarcasa



Fuente: Elaboración propia, medición en etapas del curso de la velocidad del río, donde se medirá la velocidad, profundidad mediante etapas en las áreas del río.

Tabla 7. Medida de la sección del canal

Altura	Medida	Unidad
H1	0.3	metros
H2	0.39	metros
H3	0.63	metros
H4	0.74	metros
H5	0.26	metros
H6	0.2	metros
H Max	0.422	m
Área	0.422 m <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia, toma de datos de medición de la altura del área del río H1 hasta, la H máx.

Entonces una vez que se tiene los valores de la velocidad y el área se determina el caudal, pero se usa la tabla 7 para corregir con el factor k:

$$Q = K \cdot V \cdot A$$

Tabla 8. Factor k para el método del flotador

Tipo de canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.7
Río o riachuelo, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidades menores a 15 cm	0.5 a 0.25

Fuente: (ITDG S.P 2010)

El factor k seleccionado para este canal será de 0.7 ya que la profundidad del agua es mayor a 0.15m

$$Q = 0.7(3.23)4.2 \frac{m^3}{seg}$$

$$Q_{bruto} = 0.95 \frac{m^3}{seg}$$

#### 4.2.2. Desarenador

##### a) Cálculo del diámetro de la partícula

Tabla 9. Diametro de la particula

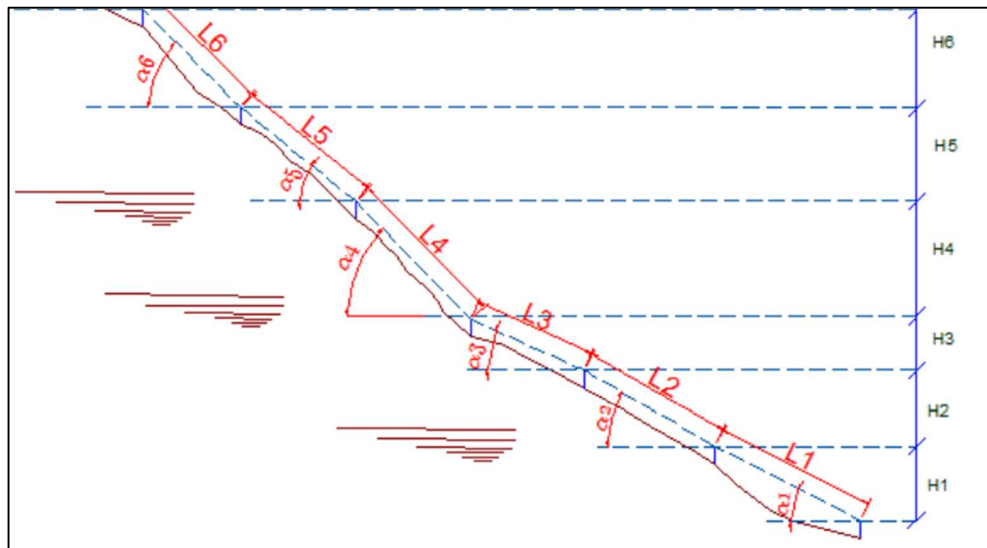
DIAMETRO	ALTURA
(0.2 a 0.5 mm)	H< 10m Baja caída
(0.1 a 0.2 mm)	10< H<100m Caída media
(0.01 a 0.05 mm)	H>100 m

Fuente: (ITDG S.P 2010)

La cuenca 2 de Quitaracsá genera un pequeño riachuelo de 1 metro de ancho promedio la cual se encuentra en el borde del cerro y tiene una caída con pendiente de 1.95 a la cual se le diseñara un canal de concreto para poder colocarle un desarenador un transformador para generar energía eléctrica.

b) Cálculo del diámetro de la partícula

Figura 8. Medidas de los saltos y ángulos topográficos



Fuente: Elaboración propia, diseño de toma de medidas mediante la wuincha.

Tabla 10. Datos topográficos del salto y ángulo

Longitud	H	Pendiente
34	15.49	0.489966
34.6	15.8	0.49128012
31.58	10.5	0.34530817
42.07	20	0.51477566
28.7	13	0.48671307
25.8	11	0.45421862
<b>196.75</b>	<b>85.79</b>	<b>46%</b>

Fuente: Elaboración propia, toma de datos topográficos del salto y el ángulo de la caída de la corriente del agua.

Según los resultados obtenidos la altura promedio es 85.79 entonces según la tabla 10 el diámetro de la particular será  $D_p = 0.2 \text{ mm}$ . Las medidas topográficas.

Herramientas, instrumentos y equipos que se utilizó para obtener los datos topográficos.

Las herramientas más importantes son cintra métrica, teodolito, niveles, piquetes y estacas.

#### Cinta métrica

Para el proyecto se utilizó un flexómetro de marca Stanley 30 m/100 m, ya que es una herramienta muy básica que se usa en la medición de distancias. varían en longitud desde los 10 hasta los 100 metros. Sin embargo, se recomiendan las cintas metálicas de acero para las medidas más largas.

Figura 9. Flexómetro STANLEY 30m/100



Fuente: Elaboración propia, contraste de la empresa ItemsaPeru s.a.c.

#### Teodolito

En este proyecto se utilizó teodolito Electrónico Top con DT-200 de serie T135328, que es una de las herramientas para levantamientos topográficos más conocida. La principal función de este equipo es la medición de ángulos horizontales y verticales. Los teodolitos tienen integrados dos lentes, uno de ellos gira de forma horizontal y el otro vertical.

Figura 10. Teodolito Electrónico Topcon DT-200



Fuente: [http://www.topoequipos.com/dem/teodolitos/teodolitos\\_topcon](http://www.topoequipos.com/dem/teodolitos/teodolitos_topcon)

## Nivel

Para el levantamiento topográficos se utilizó el nivel de la marca Topcon AT-B4, teniendo como serie X46038, con un alcance de 0°- 360° que ayudan a establecer una referencia en un plano horizontal. Gracias a los niveles se puede establecer la diferencia entre la elevación de dos puntos del terreno.

Figura 11. Nivel topcón AT-B4



Fuente: Elaboración propia, *Tocón AT-B4*, teniendo como serie X46038, con un alcance de 0°- 360° Nivel contraste de la empresa ItemasaPeru s.a.c.

## GPS topográfico

Para la geolocalización se utilizó un celular móvil de marca Samsung Galaxy A20s, serie R9TN30KFCVJ. Un GPS se puede usar en combinación con la estación total para obtener medidas georreferenciadas en vez de arbitrarias. Sin embargo, tiene algunas limitaciones, por ejemplo, no se es útil en áreas techadas o con gran follaje.

Figura 12. Samsun Galaxy A20s

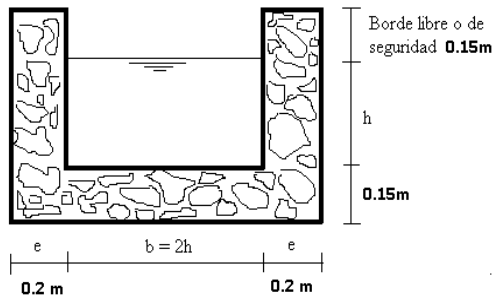


Fuente: Elaboración propia, móvil utilizado como GPS para la geolocalización.

c) Diseño del canal de máxima eficiencia.

Para el diseño del canal se usará el 90% del caudal total, siendo este el caudal ecológico

Figura 13. Diseño de canal



Fuente: Elaboración propia, diseño para construcción de canal

Q	0.95	m <sup>3</sup> /seg
Qd =	0.855	m <sup>3</sup> /seg
(S) =	2	%
n =	0.018	H° C°

$$Q_i = \frac{1}{n} * S^{0,5} * \frac{A^{\frac{5}{3}}}{P^{\frac{2}{3}}}$$

$$0,855 = \frac{1}{0,018} * 0,02^{0,5} * \frac{(2*y^2)^{\frac{5}{3}}}{(4*y)^{\frac{2}{3}}}$$

Realizando los cálculos el tirante  $b=2y$ , con el área hidráulica  $A_h = b \cdot y$  son:

$$b = 1.2 \text{ m}$$

$$A_h = 0.72 \text{ m}^2$$

$$\text{Entonces la velocidad del canal es } V = \frac{Q}{A}$$

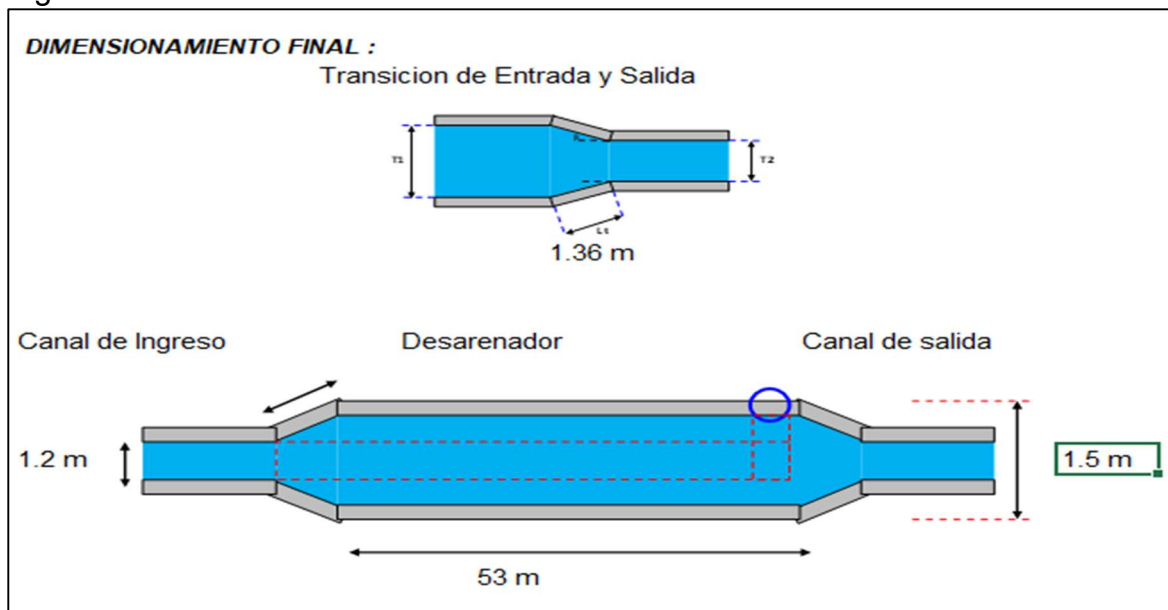
$$V = 1.1875 \text{ m/s}$$

Las dimensiones que se obtuvieron del desarenador se obtuvieron por todos los cálculos que se encuentran en el anexo

$$\text{Velocidad de escurrimiento} \quad V_d = 0.2 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Ancho de la camara	$B = 2.2 \text{ m}$
Altura de la camara de sedimentacion	$H = 2 \text{ m}$
Velocidad de sedimentacion	$V_s = 0.00922 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$
Tiempo de retencion	$T_r = 216.9 \text{ seg}$
Longitud de la camara	$L = 53 \text{ m}$

Figura 14. Diseño final del desarenador



Fuente: Elaboración propia, diseño de dimensionamiento y transiciones de entrada y salida Del desarenador.

Para el Proyecto se usará una rejilla con una distancia entre espacios de  $\Delta = 14 \text{ mm}$ , con dimensiones de cada barrote de  $A \times L = 32 \times 30 \text{ mm}$

d) Pérdidas en la tubería

- Calculamos el diámetro de la tubería usando el caudal y el salto y la pendiente que tendrá la tubería:

$$D = 1.27 \cdot \frac{Q^{0.4268}}{(H + s)^{0.1423}}$$

Calculamos el caudal ecológico el cual es el 90% del caudal bruto

$$Q = 90\% * 0.95$$



$$Q = 0.855 \frac{m^3}{seg}$$

Aplicando la fórmula del diámetro se obtiene

$$D = 0.63m$$

La longitud de la tubería lo determinamos con la pendiente

$$\theta = \arctan\left(\frac{46}{100}\right)$$

$$\theta = 24.7^\circ$$

$$L_t = 85.8 * \csc\theta$$

$$L_t = 205.09 m$$

- Perdida en la rejilla del desarenador (Anexo)

$$h_R = 0.91076 m$$

- Perdida en la entrada de la tubería (Anexo)

$$h_e = 0.38 m$$

- Perdida por el codo (Anexo)

$$h_c = 0.06072 m$$

- Perdida por fricción de tubería PVC (Anexo)

$$h_f = 1.36 m$$

- Perdida por válvula (Anexo)

$$h_v = 0.0759 m$$

- Pérdida total (Anexo)

$$h_t = h_R + h_e + h_f + h_v$$

$$h_t = 2.786 m$$

La tubería genero perdidas la cual es 2.786 m en total, tiene un diámetro de 0.63m, con una longitud de 205.09 m. Entonces para este trabajo se

selecciona una tubería que tenga un espesor de 9mm ya que este según investigaciones y aplicaciones es la más trabajable en situaciones de presiones altas.

e) Selección de turbina

➤ Potencia bruta del diseño

$$P_o = \rho * g * Q * H$$

<b>Densidad</b>	<b>1000</b>
<b>g</b>	9.81
<b>Q</b>	0.86
<b>H</b>	83

$$P_o = 700Kw$$

Tabla11. Tipos de turbina

Turbina		Ns(rpm,HP,m)	Q(m3/s)	H(m)	P(kw)	Eficiencia
Acción	Pelton	1CH:30 2CH:30-50 3CH:30-50 4CH:50-70	0.05-50	30-1800	2-300000	91
	Turgo	60-260	0.025-10	15-300		85
	Michell Banki	40-160	0.025-5		1-750	82
Reacción	Francis	Lento:60-150 Normal:150-250 Rapido:250-400	1-500	2-750	2-750000	92
	Kaplan	300-800	1000	5-80	2-200000	93

Fuente: Manual de mini y micro centrales hidroeléctricas-una guía para el desarrollo de proyectos-ITDP,pg 127- 1995)

➤ Seleccionamos la turbina según N (RPM) y i (inyectores o chorros)

$$Ns = \frac{Nx \sqrt{\frac{HP}{i}}}{H^{\frac{5}{4}}}$$

Si la potencia bruta es  $P_o = 700 Kw$  lo convertimos a HP para poder calcular las revoluciones específicas Ns

$$HP = 928.1 HP$$

$$HP = 700 Kw * \frac{1.341 HP}{1Kw}$$

Reemplazando los valores calculados creamos la ecuación que será iterada

$$Ns = 0.12160454 \frac{N}{\sqrt{i}}$$

Tabla12. Iteraciones para la determinación de la turbina y el generador

Polos	N	i	Ns
2	1800	2	154.777311
3	1200	2	103.184874
4	900	2	77.3886554
5	720	2	61.9109243
6	600	2	51.5924369
2	1800	4	109.444086
3	1200	4	72.962724
<b>4</b>	<b>900</b>	<b>4</b>	<b>54.722043</b>
5	720	4	43.7776344
6	600	4	36.481362

Fuente: Elaboración propia, selección del rpm de la turbina Pelton

Según la tabla 12, podemos seleccionar que las turbinas Pelton trabajan con revoluciones específicas de 50 a 70 con 4 polos, entonces en la tabla 12 se comprueba que según las iteraciones la de 4 inyectores y Ns=54.72 es la que cumple, es por ello que el generador a usar tiene que ser de 4 inyectores y 900RPM.

➤ Características de la turbina

- Velocidad de chorro

$$c = 0.97x\sqrt{2gH}$$

$$c = 39.1436 m/seg$$

- Diámetro de la turbina

$$D = 39x \frac{\sqrt{H}}{N}$$

$$D = 0.395 m$$

- Diámetro del chorro

$$d = 0.55 \left( \frac{Q}{\sqrt{H}} \right)^{0.5}$$

$$d = 0.17 \text{ m}$$

- Número de cucharas

$$Z = 0.5 * \left( \frac{D}{d} \right) + 15$$

$$Z = 16 \text{ cucharas}$$

- Potencia final usando la eficiencia del generador

$$P_f = P_0 * n_{turbina} * n_{generador}$$

$$P_f = 700 * 91\% * 95\% = 606.35 \text{ Kw}$$

$$P_f = 0.606 \text{ MW}$$

### 4.3. Objetivo 3: Determinación de la viabilidad del proyecto

Para el cálculo de la viabilidad del proyecto se calculará los costos usados en el área mecánica eléctrica y civil

#### a) Costos de obra civil

Tabla13.Costo en el Area civil

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO (S/)
1	TRABAJOS PRELIMINARES	S/ 17,392.70
2	DESARENADOR Y CAMARA DE CARGA	S/ 12,092.30
	Estructura elemental, para un caudal de diseño de 100 l / seg. De concreto armado 210 kg/cm2.	
	Con rejilla antes del ingreso a la tubería, según planos que se adjuntan	
3	TUBERÍA DE PRESIÓN	S/ 15,538.10
	14 Tubos PVC Ø = 250 mm., CE 7.5 x 6 m.	
	06 Codos PVC Ø = 250 mm., CE 7.5 UF	
	02 Brida con Cabezal de Ø = 250 mm, UF, CE 7.5	
	02 Reducciones de 10" a 8" con unión flexible CE 7.5 36 Anillos de goma Ø = 250 mm., presión	
	Longitud aproximada. = 77 m.	
4	Base para el generador 200 KW	S/ 28,023.10
5	EQUIPO ELECTROMECHANICO para una potencia de 200 KW	S/ 13,450.00
6	COSTOS DIRECTOS	S/ 93,473.10
	Gastos Generales 7%	S/ 6,543.12
	Utilidad 5%	S/ 4,673.66

7	<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/ 191,186.07</b>
	IGV 18%	S/ 34,413.49
8	Elaboración del Proyecto	S/ 12,000.00
	SUPERVISIÓN	S/ 15,123.22
<b>TOTAL GENERAL (S/.)</b>		<b>S/ 252,722.78</b>

Fuente: Sodimac 2021

En la tabla 13, se puede observar que el costo total que se invertirá para esta área es s/ 252,722.78 soles, estos generados por la compra de materiales de construcción y también los costos de instalación, elaboración de bases para el sistema de generación hidroeléctrica.

### b) Costos electromecánicos

Para medir los costos electromecánicos se sacaron los costos de la turbina Pelton, el generador, el regulador electrónico, etc.

Tabla 14. Costos del área electromecánica

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO (S/)
1.1	<b>TURBINA TIPO Pelton</b>	S/ 14,250.00
	Potencia en el eje = 200 KW. Q = 855 l/seg.	
	Tipo Pelton Hb = 47.28 m.	
	Numero de Inyectores = (04). Incluye todos los accesorios	
	CARACTERISTICAS Y CONSTRUCCIÓN. Según especificaciones técnicas del fabricante.	
1.2	<b>GENERADOR</b>	S/ 33,750.00
	Potencia =657 KW Factor de potencia = 0.8	
	Velocidad nominal = 900 rpm. Altura de trabajo = 1,500 m.s.n.m.	
	Frecuencia nominal = 60 HZ.	
	Tensión Nominal = 380/220 vol. trifásico Incluye Chasis de Montaje y accesorios	
1.3	<b>REGULADOR ELECTRÓNICO Y TABLERO GENERAL DE CONTROL Y MEDICIÓN</b>	S/ 16,750.00
	Debe contar con los siguientes instrumentos: Tarjetas electrónicas de regulación y control	
	Instrumentos digitales para la lectura de todos los parámetros Capacidad 200 KW	
	Incluye carga secundaria con enfriamiento con agua fluyente	
1.4	<b>VALVULA GENERAL</b>	S/ 5,250.00
	Será del tipo compuerta de Ø 10"	
	Presión de trabajo 150 PSI Accionamiento Manual	
1.5	<b>JUNTA DE MONTAJE</b>	S/ 4,200.00
	Del tipo deslizante	
	Para desmontar y montar el equipo, así como para su dilatación, Para una presión de trabajo de 150 PSI	

1.6	CABLES DE POTENCIA (En casa de Fuerza)		S/	8,750.00
	Conductores entre generador y tablero			
	Pozo de tierra de las Máquinas Cableado del tablero de 200 KW			
1.7	TRANSPORTE DE EQUIPO ELECTROMECHANICO		S/	3,500.00
	Incluye transporte de toda la maquinaria y el transporte del			
	personal que realizará el montaje			
<b>SUB TOTAL EN NUEVOS SOLES (S/.)</b>			<b>S/</b>	<b>86,450.00</b>

Fuente: Sodimac 2021

En la tabla 14, se puede observar que los costos electromecánicos fueron s/86,450.00, entonces el gasto total será la suma de la obra civil y la electromecánica.

Para la aplicación del proyecto se usará un préstamo bancario, el banco que se escogerá será el banco BCP ,ya que ellos cuentan con la capacidad de financiar proyectos otorgándote el préstamos con una tasa de descuento del 12% en un tiempo de 20 años la cantidad de S/ 339,172.78 este valor se obtuvo de la suma de las obras civiles y electromecánicas.

### c) Calculo del costo de consumo eléctrico promedio por familia

Según Osinergmin informo en este año que los costos de tarifa doméstica para quienes consuman menos o igual 30 kWh al mes será S/ 12.82. Entonces dividiendo el costo y la cantidad de KWH se obtiene el costo unitario que es 0.43 soles/KWH.

Tabla15. Costo del Consumo eléctrico de una familia

ELECTRODOMÉSTICO	CANTIDAD	POTENCIA(W)	KW	HORAS DIARIAS	KW/mes	Costo mensual
televisor	1	120	0.12	3	10.8	s/ 4.644
Licuadaora	1	300	0.3	0.3	1	s/ 0.43
Ducha	1	4500	4.5	0.5	27	s/ 11.61
Plancha	1	1000	1	0.5	5	s/2.15
Computador	1	200	0.2	3	12	s/ 5.16
Equipo de sonido	1	80	0.08	2	3.2	s/ 1.376
Focos	3	20	0.06	4	7.2	s/ 3.096
Lavadora	1	500	0.5	2	8	s/ 3.44
Total					74.2	s/ 31.9

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 15, se puede visualizar que el consumo mensual total de una familia promedio que tiene sus artefactos es de 31.9 soles, entonces el costo que se

cobrara a cada familia que se le otorgara energía eléctrica será un costo menor a lo promediado ya que la ubicación es rural y se requiere ganar mercado entonces para el análisis de flujo de caja se usara el pago de 24 soles ya que este valor genera una utilidad que podrá amortizar la deuda y generar utilidades.

Tabla 16. Cálculo de los ingresos que se obtendrán

PAGO PROMEDIO DE LUZ			S/ 24	
Periodo	Año	Población Proyectada	COSTO DE LUZ MENSUAL	COSTO DE LUZ AL AÑO
1	2021	586.302	S/ 3,517.81	S/ 42,213.74
2	2022	603.0702372	S/ 3,618.42	S/ 43,421.06
3	2023	620.318046	S/ 3,721.91	S/ 44,662.90
4	2024	638.0591421	S/ 3,828.35	S/ 45,940.26
5	2025	656.3076336	S/ 3,937.85	S/ 47,254.15
6	2026	675.0780319	S/ 4,050.47	S/ 48,605.62
7	2027	694.3852636	S/ 4,166.31	S/ 49,995.74
8	2028	714.2446821	S/ 4,285.47	S/ 51,425.62
9	2029	734.67208	S/ 4,408.03	S/ 52,896.39
10	2030	755.6837015	S/ 4,534.10	S/ 54,409.23
11	2031	777.2962554	S/ 4,663.78	S/ 55,965.33
12	2032	799.5269283	S/ 4,797.16	S/ 57,565.94
13	2033	822.3933984	S/ 4,934.36	S/ 59,212.32
14	2034	845.9138496	S/ 5,075.48	S/ 60,905.80
15	2035	870.1069857	S/ 5,220.64	S/ 62,647.70
16	2036	894.9920455	S/ 5,369.95	S/ 64,439.43
17	2037	920.588818	S/ 5,523.53	S/ 66,282.39
18	2038	946.9176582	S/ 5,681.51	S/ 68,178.07
19	2039	973.9995033	S/ 5,844.00	S/ 70,127.96
20	2040	1001.855889	S/ 6,011.14	S/ 72,133.62

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, se calcularon todos los ingresos usando la población proyectada y que en cada familia existe al menos 4 personas, así entonces se calculó los ingresos anuales en estos 20 años.

Para el cálculo de la viabilidad del proyecto se usó flujo de caja con la tasa del banco BCP que es descuento del 12% y un periodo de 20 años.

Tabla17. Flujo de caja económica del proyecto

PERIODOS	INGRESOS	COSTOS DE MANTENIMIENTO	FLUJO DE CAJA ECONÓMICO
0			-S/ 339,172.78
1	S/ 42,213.74	-S/ 5,000.00	S/ 37,213.74
2	S/ 43,421.06	-S/ 5,000.00	S/ 38,421.06
3	S/ 44,662.90	-S/ 5,000.00	S/ 39,662.90
4	S/ 45,940.26	-S/ 5,000.00	S/ 40,940.26
5	S/ 47,254.15	-S/ 5,000.00	S/ 42,254.15
6	S/ 48,605.62	-S/ 5,000.00	S/ 43,605.62
7	S/ 49,995.74	-S/ 5,000.00	S/ 44,995.74
8	S/ 51,425.62	-S/ 5,000.00	S/ 46,425.62
9	S/ 52,896.39	-S/ 5,000.00	S/ 47,896.39
10	S/ 54,409.23	-S/ 5,000.00	S/ 49,409.23
11	S/ 55,965.33	-S/ 5,000.00	S/ 50,965.33
12	S/ 57,565.94	-S/ 5,000.00	S/ 52,565.94
13	S/ 59,212.32	-S/ 5,000.00	S/ 54,212.32
14	S/ 60,905.80	-S/ 5,000.00	S/ 55,905.80
15	S/ 62,647.70	-S/ 5,000.00	S/ 57,647.70
16	S/ 64,439.43	-S/ 5,000.00	S/ 59,439.43
17	S/ 66,282.39	-S/ 5,000.00	S/ 61,282.39
18	S/ 68,178.07	-S/ 5,000.00	S/ 63,178.07
19	S/ 70,127.96	-S/ 5,000.00	S/ 65,127.96
20	S/ 72,133.62	-S/ 5,000.00	S/ 67,133.62

Fuente: Elaboración propia, análisis del flujo de caja económica con un descuento de 12% en 20 años con un capital inicial s/.3339,172.78 tendría un VAN de S/ 1,182.60

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

En la tabla 17, se calculó VAN = s/ 1182.60 la cual se usó una tasa de descuento del 12 % en un periodo de 20 años, cual se infiere que el valor



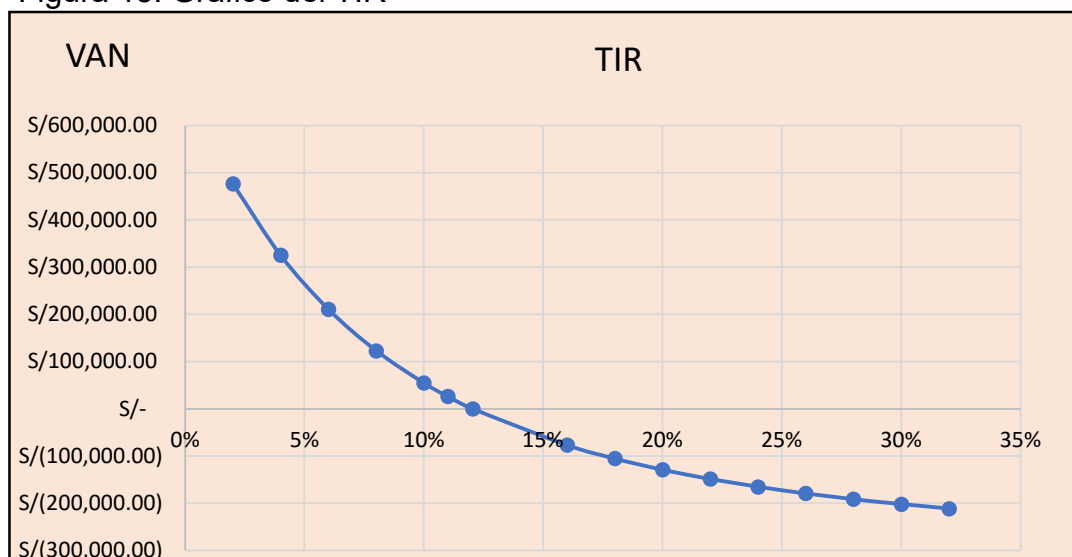
VAN > 0 se refiere que el proyecto tiene un flujo positivo y es posible su rentabilidad, para culminar con la viabilidad del proyecto se calculara la TIR.

Tabla 18. Iteración de las tasas para calcular VAN=0

TIR	VAN
2%	S/ 476,566.74
4%	S/ 325,451.33
6%	S/ 211,085.23
8%	S/ 123,312.09
10%	S/ 55,022.50
11%	S/ 26,549.20
12.05%	S/ 0.00
16%	-S/ 76,571.06
18%	-S/ 105,004.23
20%	-S/ 128,524.21
22%	-S/ 148,186.81
24%	-S/ 164,789.15
26%	-S/ 178,939.08
28%	-S/ 191,104.64
30%	-S/ 201,649.55
32%	-S/ 210,859.14

Fuente: Elaboración propia, cálculo del préstamo bancario trabajando a un 12.05 % en 20 años.

Figura 15. Grafico del TIR



Fuente: Elaboración propia, Análisis de evaluación del TIR en 12.05% proyectado en 20 años del rendimiento esperado de las ganancias de inversiones en el proyecto, haciendo que él va sea 0.

En la figura 15, se observa que la tasa de retorno es positiva con un valor de  $TIR=12.05\%$  indicando esto que el proyecto elaborado es rentable en su aplicación y ejecución.

Para la instalación de este Sistema de Utilización en Media Tensión se usará una inversión promedio de S/ 339,172.78 soles. Para determinar los indicadores de viabilidad, se usó el proceso de préstamo bancario, la cual trabajan con una tasa de 12%, proyectado en 20 años, que será devuelto por la misma entrada generada por la satisfacción de la demanda requerida y según su crecimiento en esos 20 años. Para el análisis de la viabilidad de nuestro proyecto se determinará los indicadores que son el VAN el cual se determinó con una tasa de descuento del 12% tuvo un valor de S/ 1182.60 que es positivo dando un punto a favor al proyecto para completar esta viabilidad se determinó el TIR siendo este un 12.05% el cual hace cero al VAN dando así fiabilidad.

## V.DISCUSIÓN

En la investigación de (Sarzo, 2017), que se tuvo de objetivo producir los 300 KW la cual necesitaron aumentar el caudal de 0.950 m<sup>3</sup>/s y una altura bruta de salto 43.65 m, en otro lado en otra investigación planteado por (Rojas & Arteaga, 2018) para satisfacer las necesidades de la población de 20 KW se necesitó captar un flujo de 0.20 m<sup>3</sup>/s y un salto bruto de 20.35 m. Asimismo también (Llave y Huang ,2021) uso un caudal nominal de 0.16 m<sup>3</sup>/s y un caudal de avenida de 0.88 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años en la cual se obtuvo una altura de 550m.

En nuestro trabajo realizado se tuvo de objetivo poder satisfacer la demanda eléctrica de las partes aledañas de Quitarcasa que carecen ese servicio, la cual para poder determinar esa demanda se usó la cantidad de población al cual se proyectó en 20 años obteniendo un valor de 1002 personas que requerían una potencia de 35 KW, entonces para la obtención de este requerimiento se trabajó con un caudal de 0.855 m<sup>3</sup>/s, un salto bruto promedio de 85.79 m.

(Mendoza & Carbajal, 2019)explica la importancia de las centrales hidroeléctricas y que el mejoramiento de la potencia de la planta Hidrandina S.A en la zona de Pomabamba, brindaría luz a 822 habitantes que carecen de este servicio.

En nuestra investigación se propone brindar energía eléctrica a la población alejada de la central Quitarcasa, entonces por ello la mini central tiene como objetivo brindar esta energía a una población que en el año 1 será, 580 personas y 80 viviendas, que analizando con la tasa de crecimiento de un  $r=2.86\%$  en 20 años la población beneficiada será de 1002 habitantes.

(Yumpo, 2017) aplico el método del flotador para el cálculo del área y velocidad el cual consistió en 5 medidas donde se usó un objeto flotante, en este caso se utilizó unas hojas de la que se midió el tiempo en que se demora moverse en una longitud segmentada. Asimismo, la velocidad calculada fue 2 m/seg, un área de 0.60 m<sup>2</sup>, un  $K=0.7$ , finalmente el caudal es 0.84 m<sup>3</sup>/seg.

En nuestro trabajo para calcular el caudal del canal de Quitarcasa, primero se seleccionó dos puntos A y B la cual tiene una longitud de 30 m, un espesor de 1

metro. Luego se usó una pelota de Tecnopor para poder medir el tiempo de transcurso del punto A y B siendo este 9.28 seg promedio, obteniendo así una velocidad de 3.23 m/seg y un caudal de 0.955m<sup>3</sup>/seg.

En la investigación, (Goyzueta, 2017) Para la determinación de la turbina se utilizaron los modelos del Ing. Se utilizó Nozaki, el manual del plan Hidroservice y el manual del plan ITDG. Tal como lo indican las normas mencionadas anteriormente, se utilizará una turbina Pelton con 2 inyectores de pivote uniforme de 900 RPM, con una liberación.

Asimismo (Domínguez y Ramos, 2018) su indagación utilizó una turbina Pelton de 1.5MW, con una velocidad  $N_s$  de 25.30 lo que nos permitió elegir un generador de 4 postes con una velocidad coordinada de 750 rpm.

Por otra parte (Martinez, 2018), en su proyecto determino que el valor  $N_s$  29.8 para una potencia que generará de 46 MW es la cual se selecciona el generador cual es de 6 o más polos, por lo que estas especificaciones no se encuentran en el mercado entonces se utilizó dos tubos o que se repartirán la potencia en 1.73 MW cada uno. Cambiando a  $N_s=42.15$  para 4 chorros, es decir 2 chorros para cada turbina, una velocidad de giro de 1200 RPM en acople directo con sus alternadores. Respecto a sus características la turbina fue una Paltón con una velocidad de chorro de 67.87m/s, un diámetro del Chorro de 8.3mm, diámetro Paltón = 0.5 m, con un numero de 18 Cucharas.

Comparando con nuestro trabajo también usamos una turbina Pelton ya que la velocidad especifica calculada fue de 54.72 estando en los rangos de una turbina Paltón con una eficiencia del 91%, seguidamente se calculó que tipo de características tendría nuestra turbina obteniendo una velocidad de chorro de 39.1436 m/seg, un diámetro de 0.395m, diámetro de chorro 0.17m, un numero de 16 cucharas, con una potencia de 0.606MW, la cual nos da la indicación de usar un generador de 4 inyectores y 900 rpm.

Además en el trabajo de (LLamo, 2017), de nombre “Diseño de una mini central hidroeléctrica, para suministrar energía al recreo turístico La Catarata - Distrito, Provincia - Jaén, Departamento - Cajamarca -2016”, sostiene que de acuerdo con las circunstancias geográficas donde se instalará la pequeña central hidroeléctrica, con un nivel de 18,83 m, un caudal de 0,3m<sup>3</sup>s, se utilizará como fuente de conducción de la corriente desde la cámara de apilamiento hasta la

turbina , una tubería de presión de PVC, ya que según el caudal y el nivel de la corriente, esta línea de PVC soportará el esfuerzo y el golpe de ariete que aplica la corriente. En nuestro proyecto de exploración es importante escoger entre dos tipos de materiales para la tubería forzada, uno de PCV y otro de acero excitado, según no grabado en piedra a través de un repaso geográfico de 31,32 m, y un paso de corriente de 0.6547 m<sup>3</sup>s hizo. utilizando el método de flotación, se eligió la segunda opción de acero excitado, ya que resistirá la tensión aplicada por la corriente en el camino a la turbina, y soportará el golpe de ariete cuando la pequeña planta de energía se detenga por mantenimiento, o alguna desgracia no suceda. Tal como lo indican los exámenes financieros realizados por Llamo, el ritmo de retorno hacia adentro es TIR: 15%, que supera la prima, que es de 12%, y el establecimiento de esta pequeña hidroeléctrica es valioso para el propietario; Al igual que nuestra revisión, nuestro ritmo interno de retorno es TIR: 14%, siendo este superior a la tasa de préstamo del 12%, similar a lo que llamo esta tarea, legitima el emprendimiento, siendo ventajoso, ya que la especulación se recuperará entre el 7 y 8 años de actividad de la central, con una existencia útil de la pequeña central de 20 años.

(Garcia, 2018), en su tesis “Cálculo y selección de una micro central hidroeléctrica empleando como fluido de trabajo un sistema de riego”, realizado en el Instituto Politécnico Nacional (México D.F - México), corre la voz de que una enorme parte de la población de escasos recursos económicos utiliza los derivados del petróleo como fuente de energía, sin embargo estas regiones cuentan con una geografía suficiente para explotar el activo hídrico, a cuenta de un marco de sistema hídrico que puede ser utilizado como fuente de energía y en el nuestro existe un arroyo cuyo caudal no disminuye en medio de agua baja. García nos hace saber que el interés más extremo para cuidar un local o industria requiere un nivel de 5 m y un flujo volumétrico de 2,4 m<sup>3</sup>/s para crear 52,56 kW. Como indican estos límites, se pueden elegir dos tipos de turbinas: Kaplan o Michel Banki. ya que los periodos de tiempo y cota están dentro del alcance de estas turbinas, además de ser productivas trabajando con cotas bajas, para nuestra situación teniendo una cota de 31.32 m, y una progresión de 0.6547 m<sup>3</sup>/s, la turbina que sigue las necesidades para la edad es la turbina Michel Banki, y

lo que demuestra que esta turbina es eficiente y la mejor decisión para la era de la energía eléctrica, siendo menos costosa y más fácil de fabricar.

(Serrano & Junior, 2018) en su proyecto de Mini central hidroeléctrica se planteó una inversión inicial del proyecto es de US\$ 6, 356,192.846, inversión que será recuperada en 8 años, se usaron los indicadores VAN (10%), US\$ 181,935.64; TIR: 10.4 %; relación beneficio/costo de 1.25.

(Domínguez & Ramos, 2018) En su investigación para la elaboración de una central hidroeléctrica de menor tamaño a lo habitual, se determinó una progresión de 2,6 m<sup>3</sup>/s, considerando normas de planta previamente propuestas, en las que se revisaron y repotenciaron las partes vitales, por ejemplo, la tubería forzada, las máquinas envejecidas , en el cual se evaluó la realizabilidad de la tarea utilizando el VAN y la TIR, obteniendo consecuencias de VAN de 34.277.728 y una TIR de 131,38%, siendo estas positivas para una proyección a 20 años.

Respecto en nuestro trabajo para la elaboración de la mini central por falta de satisfacción de demanda, se planteó la investigación en la cual se requiere una potencia máxima de 80 kW, en la cual se aplicó una inversión promedio de S/ 339,172.78 soles, la cual sería pagado por un préstamo y amortizado por las ganancias obtenidas de la distribución de energía eléctrica. Para el cálculo de la factibilidad o viabilidad de nuestro proyecto se determinaron los indicadores que son el VAN el cual se determinó con una tasa de descuento del 12% la cual aplican la mayoría de los bancos, este VAN tuvo un valor de S/ 1182.60 que es positivo dando un punto a favor al proyecto para completar esta viabilidad se determinó el TIR siendo este un 12.5% el cual hace cero al VAN dando así fiabilidad.

## VI.CONCLUSIONES

- ✓ Se concluye que para una proyección de 20 años la población de Quitarcasa tendrá un promedio de 1002, la cual por valor reglamentaria se calcula una demanda de 35KW escogiendo el valor mínimo ya que la población de Quitarcasa en cada hogar es pequeña y ya que ellos mayormente paran en el campo solo consumen poca energía eléctrica solo lo usan para aplicaciones necesarias.
- ✓ Se concluye que en la zona del centro poblado de Quitarcasa los valores para el diseño de la mini central fueron, velocidad específica calculada fue de 54.72 m/s estando en los rangos de una turbina Pelton con una eficiencia del 91%, seguidamente, un diámetro de 0.395 m, diámetro de chorro 0.17m, un número de 16 cucharas, con una potencia de 657.5KW, la cual nos da la indicación de usar un generador de 4 inyectores y 900 rpm y que la energía sería suficiente para poder abastecer a la población durante 20 años.
- ✓ El desarrollo de la Mini Centralj tiene un gasto moderadamente mínimo por cada kilovatio debido a la presencia y accesibilidad de toda una base natural como la corriente de agua y el canal construido en obra civil.
- ✓ Se concluye también que La viabilidad según los indicadores VAN y TIR tienen valores muy bien establecidos los cuales nos asegura que el proyecto es rentable y en un futuro de la aplicación poder recuperar la inversión.

## VII.RECOMENDACIONES

- ✓ Crear acceso vial para poder permitir el acceso en caso haya un desastre natural.
- ✓ Tener la participación de la comunidad para garantizar el cumplimiento del proyecto
- ✓ Se recomienda incluir a la empresa privada, gobierno central y gobierno regional
- ✓ Se recomienda también que en la obtención de autorización para realizar el proyecto se tenga un consentimiento la cual firme la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el panel de clientes de Quitaracsa para evitar futuras molestias a la hora de su ejecución, reunión y actividad.
- ✓ Asimismo, sería fundamental y vital la revisión del proyecto, para plantear técnicas de satisfacción de los clientes, impulsar el turismo creando lugares de hospedaje, diversión y recreo donde se use esta energía eléctrica creado así más ingreso y desarrollo para los pueblos.
- ✓ Respetar las reglas en el código nacional de electrificación (utilización 2006) sección 050.



## REFERENCIAS

- Ababneh, M. M. (2018). *Design of micro-scale energy harvesting systems for low power applications using enhanced power management system*. EE.UU-South Florida: <https://digitalcommons.usf.edu/etd/7117>.
- Čermáková, K. (2018). *Adaptation of historical technical facility on the small hydroelectric power*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/27153> .
- Pavlíček, J. (2018). *Adaptation of historical technical facility on the small hydroelectric power*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/5206>.
- Acosta Morillo, L. J. (2018). *Estudio de Factibilidad para la Construcción de Minicentral Fotovoltaica Autónoma en el Caserío Sogoron – Cajamarca*. Chiclayo: Acosta Morillo, Luis Jamer.
- Álvarez, P., Arias, C., & Bustamante, E. (2009). Diseño y construcción de un prototipo modular de una microcentral hidroeléctrica estacionaria con turbina tipo Pelton. *Investigacion Ciencia y Tecnología*, 188-207.
- Baggio, V. (2020). *A descriptive analysis of a micro-market pre-electrification: Yele, Sierra Leone*. EE.UU-Pittsburgh: <http://hdl.handle.net/10.1184/r1/12824447.v1>.
- Barragán, E. E., Leon, Z. E., Cepeda, Terrados, J., & Peralta, V. P. (2019). *Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad*. EURE. Chile-Santiago: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612019000100259>.
- Bružek, J. (2019). *Small hydro power plant design at the weir zlín - louky on the river Dřevnice (km 9,383)*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/28972>.
- Budovec, M. (2019). *Increasing of reliability of power supply from the Jasenie hydropower plant to Železiarně Podbrezová*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/177809> .
- cabal, S.A. (2014). *Guía de buenas Prácticas*. Managua - Nicaragua: [dec@grupocabal.com](mailto:dec@grupocabal.com).
- Chen, L., & Yong, L. (2019). *Informe mundial sobre el desarrollo de la pequeña central hidroeléctrica 2019*. California-EEUU: [www.smallhydroword.org](http://www.smallhydroword.org).
- Chen, L., & Yong, L. (2019). *World Small Hydropower Development Report 2019*. California-EEUU: [www.smallhydroword.org](http://www.smallhydroword.org).
- Chicaiza Colcha, A. .. (2019). *Estudio de factibilidad técnica-económica para la modernización de la minicentral hidroeléctrica "Planta Noroccidente" perteneciente a la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito*. Quito: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20588>.
- Collado, M, A. (2018). *Estudio del aprovechamiento hidráulico para una minicentral hidroeléctrica*. Jaen-España: <https://hdl.handle.net/10953.1/7737>.
- Coz, Federico; Sanchez, Teodoro; Viani, Bruno; Segura, Jorge; Rodriguez, Luis; Miranda, homero; Castromonte, Eusebio; Guerra, Jaime; Quiroz, Luis; Gaitan, Jose; Moreno, Luis; Muñoz,

- Ismael;. (1995). *Manual de mini y microcentrales hidráulicas-una guía para el desarrollo de proyectos*. Lima: Intermediate technology development group ITDG-peru.
- Crespin Polo, J. D. (2019). *Análisis de viabilidad en el diseño de una mini central hidroeléctrica para reducir el costo de consumo de energía eléctrica en la empresa Hortifrut-tal SA*. Trujillo: Análisis de viabilidad en el diseño de una mini central hidroeléctrica para reducir el costo de consumo de energía eléctrica en la empresa Hortifrut-tal SA.
- Diseño de herramienta con Scilab para la optimización de centrales mini-hidroeléctricas*. (2019). Zaragoza-España: <https://zaguan.unizar.es/record/87279/files/TAZ-TFG-2019-4676.pdf?version=1>.
- Dolores,J, J. (1992). *Centrales Hidroelectricas*. Mexico: <http://zaloamati.azc.uam.mx>.
- Domínguez, F., & Ramos, J. (2018). *Rediseño de la mini central hidroeléctrica buenos aires para una potencia de 4 MW – la florida - San Miguel – Cajamarca*. Universidad Señor de Sipan, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4418>
- Finetti Dominguez, A., & Ramos Chafloque, J. R. (2018). *Rediseño de la Mini Central Hidroelectrica Buenaos Aires para una Potencia de 4 MW – LA Florida - San Miguel – Cajarca*. Pimentel - Chicalyo: <https://repositorio.uss.edu>.
- Garcia, D. (2018). *Cálculo y selección de una micro central hidroeléctrica empleando como fluido de trabajo un sistema de riego”, realizada en el Instituto Politécnico Nacional (México D.F - México)*. Mexico. Obtenido de <https://1library.co/document/wyer2g7q-calculo-seleccion-central-hidroelectrica-empleando-fluido-trabajo-sistema.html>
- Goyzueta, E. (2017). *Estudio y diseño para la minicentral hidroeléctrica II etapa del distrito de Phara-Sandia-Puno*. UNAP, Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3602>
- Guinea Pérez, J. R. (2019). *Optimización del diseño hidráulico de la bocatoma en la minicentral hidroeléctrica de Acobamba-Huancavelica*. Huamanga: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3568>.
- Gutiérrez Llamo, O. (2016). *Diseño De Una Mini Central Hidroeléctrica, Para Suministrar Energía Al Recreo Turístico La Catarata – Distrito, Provincia - Jaén, Departamento - Cajamarca -2016*. Jaen-Cajamarca: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/8870>.
- Hlavica, T. (2019). *Project of Small Water Power Station*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/26806>.
- Höll, J. (2018). *Small hydro power plant design at the weir Český Mlýn on the river Jihlava (km 143,510)*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/16597>.
- Iturain,B, G. (2017). *Estudio de viabilidad de minicentral hidroeléctrica en el embalse de Urrunaga en Legutio (Álava)*. Valencia-Ecuador: <http://hdl.handle.net/10251/89868>.
- Korniak, D. (2019). *Potential of hydro-power engineering in Czech Republic - design of small hydroelectric power station*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/18654>.
- Krupa, L. (2018). *Possibilities of using small hydroelectric power plant in the wastewater treatment plant*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/34320>.

- LLamo, O. (2017). *Diseño de una mini central hidroeléctrica, para suministrar energía al recreo turístico La Catarata - Distrito, Provincia - Jaén, Departamento - Cajamarca -2016*. Cuenca. Obtenido de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/osal/20110313123833/OSAL17.pdf>
- Llave García, F. I., & Huang Hu, C. (2021). *Diseño preliminar de una mini central hidroeléctrica ubicada en la intercuenca Alto Apurímac en el distrito de Cotabambas – MCH Palcabamba*. Lima - Peru: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/182922>.
- Loboguerrero Uscátegui, J. (2016). Pequeñas Centales Hidroelectricas Una mirada a la experiencia africana en los años ochenta. *Revista Unidades*, 60-63.
- Martinez Prado, E. (2015). *Optimizacion de Minicentrales Hidroelectricas dedicada a otros usos*. La Rioja-España: <https://dialnet.unirioja.es>.
- Martinez, A. (2018). *Estudio de prefactibilidad de una Minicentral Hidroeléctrica para ampliación del proyecto Quitarcasa*. Tesis, Universidad Nacional de Ingenieros, Lima. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_7e2cdd315b14f59845ed0bf3716cfd58](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_7e2cdd315b14f59845ed0bf3716cfd58)
- Matos Uceta, A. A., & Hidalgo Bencosme, J. J. (2021). *Diseño de una minicentral hidroeléctrica, con aprovechamiento de la tecnología undimotriz powerbuoy Pb150, en la Playa Chiquita, provincia de Puerto Plata, República dominicana, 2021*. Santo Domingo: <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/4112>.
- McLaughlin, L., & Bensel, O. (2018). *Universal micro-hydroelectric generator*. EE.UU-Wyoming: <http://hdl.handle.net/10.15786/13700536.v1> .
- Mendoza, W., & Carbajal, J. (2019). *REPOTENCIACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA POMABAMBA Y SU INFLUENCIA EN LOS PARÁMETROS TÉCNICOS ECONÓMICOS DE LA UNIDAD DE NEGOCIOS HUARAZ - HIDRANDINA S.A*. Tesis, Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3546/85117.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mera Velasco, J. H. (2020). *Diseño del sistema eléctrico y de control de una mini central hidroeléctrica de 100 Kw*. Quito-Ecuador: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5794>.
- Miskovský, J. (2019). *Plan of grid connection for small hydroelectric power plant*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/38831> .
- Mitrega, S. (2021). *Technical design of an alternative to the small hydropower plant Ejpovice*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/198454>.
- Monroy.C, J. L., & Montaña.G, E. (2015). *Hidrogenacion en Pequeña Escala una Experiencia Local Programa Hidroenergetico*. La Paz- bolibia: [http://www.energetica.org.bo/energetica/pdf/publicaciones/libro\\_hpe.pdf](http://www.energetica.org.bo/energetica/pdf/publicaciones/libro_hpe.pdf).
- Morales,C, C., & Saavedra,M, F. (2017). *Diseño de una Pequeña Central Hidroelectrica para el Municipio de Pisba,Boyaca*. Boyaca-Ecuador: <https://repositorio.uptc.edu.com>.

- Nozaki, T. (1980). *Guía para la elaboración de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas destinadas a la electrificación rural del Perú*. Lima: Ministerio de Energía y Minas, 1980.
- Olade.org. (1979). *Minicentrales Hidroelectricas(Manual para toma de Decisiones)*. Quito - Ecuador: <http://biblioteca.olade.org>.
- Oliva, Š. (2018). *The swirl turbine design for small water power Hovězí*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/6511>.
- Ordoñez Viñán, M. A., Viteri Núñez, E. F., Serrano Aguiar, C. O., & Orozco Cantos, L. S. (2018). Diseño definitivo de la central hidroeléctrica “el altar”. *Vinculos-universidad de las fuerzas armadas*, 13-18.
- Ortiz Flórez, R. (2011). *Pequeñas centrales hidroeléctricas*. Bogota Colombia: [www.edicionesdelau.com](http://www.edicionesdelau.com).
- Osinergmin. (2020). *supervicion de contratos de Proyectos de Generacion y Transmicion de Energia Electrica en Operacion*. Lima: <https://osinerg.gob.pe>.
- Pacheco, E. H. (2019). *Automatizacion del sistema de regulacion de velocidad de la mini central hidroelectrica de coline, en marco pata*. cuzco: <http://repositorio.unsaac.edu.pe>.
- Paine, N. (2021). *Analysis of optimal dispatch of energy systems, market rules, and market power in wholesale electricity markets*. EE.UU-Minnesota: <http://hdl.handle.net/11299/225008>.
- Palaguachi, E. S. (2018). *Diseño, desarrollo e implementación de una estación meteorológica basada en una red jerárquica de sensores, software libre y sistemas embebidos para la Empresa ELECAUSTRO en la Minicentral Gualaceo utilizando comunicación MQTT y MODBUS*. Cuenca-Ecuador: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16056>.
- Palomeque, V., Valdez, I., Jara, N., & Reinoso, F. (20 de junio de 2020). Diseño de una Minicentral Hidroelectrica. *Revista Iberica de Sistema e tecnologias de Informacion*, 44.
- Pari, L. A. (2018). *Dimensionamiento de las tuberías forzadas y selección de turbinas para la minicentral hidroeléctrica del distrito de Monobamba*. Provincia de Jauja. Departamento de Junín. Jauja-Peru: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/9544>.
- Quispe Moreano, G., & Luna Kancha, O. W. (2018). *Estudio de factibilidad de la mini Central Hidroeléctrica de Nuevo Paraíso - Echarati - La Convención*. Cusco: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3954>.
- Rios, A. (2018). *Analisis de sensibilidad geometrica, condiciones optimas de instalacion y estudio comparativo de tecnologias de generacion energetica en minicentrales hidraulicas* TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ENERGÉTICA EN MINICENTRALES HIDRÁULICAS A. Concepcion-Chile: <https://www.academia.edu/download/34016644/centralehidroelectricas.pdf>.
- Rojas, J., & Arteaga, R. (2018). *DISEÑO DE UNA MICRO CENTRAL HIDROELÉCTRICA PARA EL ANÁLISIS DEL COSTO FINAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UN CENTROPOBLADO. CASORURASHCA, ANCASH*. Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/1935>

- Saiz Díaz, D. (2019). *Proyecto de mejora de la producción eléctrica de la minicentral hidroeléctrica de La Flor*. Camtabria: <http://repositorio.unican.es>.
- Sanches, L., Contreras, R. E., & Contreras, C. K. (2019). *Diseño y Simulación de Micro Central Hidroeléctrica Utilizando Turbina de Vórtice para el Centro Poblado el Huaco – Distrito Huabal – Jaén – Perú*. Jaen-peru: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/96>.
- Sandoval, E. W. (2018). Diseño de Obras idraulicas. En W. SANDOVAL, E., *Diseño de Obras Hidraulicas* (págs. 247-277). Sangolqui - Ecuador: <https://researchgate.net>.
- Šarman, L. (2019). *Small Hydropower Plant Remote Control Project*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/8014>.
- Sarzo, M. (2005). *Estudio de la ampliación de la micro. central hidroeléctrica de cascajal de 125 kw. a 300 kw*. Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1935/27250.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Serrano, S., & Junior, E. (2018). *Diseño de un sistema de control de velocidad de una turbina Pelton en la central hidroeléctrica Buenos Aires Niepos usando algoritmo PI digital*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo. Obtenido de [http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/1637/TL\\_SanchezSerranoEdgar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/1637/TL_SanchezSerranoEdgar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Silva, A. S. (2019). *Reingeniería de una Minicentral Hidroeléctrica para la Empresa Central Azucarera Chucarapi Pampa Blanca SA de 370 Kw*. Arequipa-Peru: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8552>.
- Števíček, T. (2019). *Small hydroelectric power plant design*. Czech Republic: <http://hdl.handle.net/11012/26862>.
- Tsuguo, N. (1980). *Guia para la elaboracion de proyectos de pequeñas centrales hidroelectricas destinadas a la electrificacion rural del peru*. lima-peru: <https://es.scribd.com/document/396087600/Guia-Proyectos-de-Pequeñas-Centrales-Hidroelectricas-Tsuguo-Nozaki-1980>.
- Valdez, I., Palomeque, V., Jara, N., & Reinoso, F. (2020). Diseño de una mini central hidroeléctrica. *risti*, 30-43.
- Vásquez Huiracocha, V. R. (2015). *Estudio y diseño de un sistema micro hidroeléctrico para generación y abastecimiento de energía eléctrica mediante energía renovable para una vivienda típica del sector de Sinincay perteneciente al Cantón Cuenca*. Cuenca-Ecuador: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10515>.
- Villanueva, U. R. (2010). *Centrales Hidroelectricas*. (2. EDUNI, Ed.) Lima - Peru: <https://es.scribd.com/document/323250130/Centrales-Hidroelectricas>.
- Vivas Rodríguez, B. E. (2020). *Diseño de una micro central hidroeléctrica para la Hacienda Las Garzas*. Ibarra-Ecuador: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10289>.
- Witteveen, B. (2020). *Feasibility study on small-scale pumped hydro storage for isolated mini-grids in a low-resource setting*. Netherlands: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:df8be71e-56a9-4ae5-a8d9-2fff5a877886>.

Yumpo, A. (2017). *Repotenciación de la central hidroeléctrica el muyo de 5.4 mw con la adición de un grupo de 2.7 mw, distrito de aramango, provincia de bagua, departamento de amazonas*. título de Ingeniero Mecanicoelectrico, Universidad Señor de Sipan, Chiclayo.  
Obtenido de  
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/292/Yumpo%20Torres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo1

Tabla 2. Operacionalizacion de Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Mini central hidroeléctrica.	Una Mini Central Hidroeléctrica , es una instalación que permite aprovechar pequeñas cantidades de agua en movimiento que circulan por los ríos, el flujo de agua al pasar por las turbinas, provoca un movimiento de rotación que se transforma en energía eléctrica por medio de generadores, con una potencia instalada entre 1 MW y 30 MW <sup>10</sup> . (Morales Acevedo y Saavedra Martinez, 2017, pág. 19)	La minicentral hidroelectrica se calculara respecto la demanda que se calculara con la poblacion , la potencia instalada obtenida con el diseño.	Demanda energetica	Kilovatios	Razón
			Determinar el salto Hidráulico	Metros	Razón
			Potencia instalada	wastt	Razón
Dotar de energía	Parametro eléctrico medido en determinado tiempo	La capacidad de energia elaborada fue para la poblacion que no cuenta con energia electrica del centro poblado de Quitaracsa.	Demanda de energía al Cp	Kilowatts hora	Razón
			Perdida de distribución	Kilowatts hora	Razón

Fuente: Elaboración propia,diseño de variables en el proyecto de investigacion del diseño de la minicentral hidroeléctrica para dotar de energía a C.P Quitaracsa.



## Anexo2. Certificado de calibración de cinta métrica STANLEY



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LLA - 0182 - 2021

N° de Proforma : C0516-2021  
Expediente : E0565

Página : 1 de 3

1. SOLICITANTE : INDUSTRIA TECNICA METALURGICA Y SERVICIOS ALVITRES PERU S.A.C.

DIRECCIÓN : PARCELA N° 10946 - LA RINCONADA ANEXO SAN JOSE CHIMBOTE  
KM 6 CARRETERA CAMBIO PUENTE - CHIMBOTE

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CINTA MÉTRICA

MARCA : STANLEY

MODELO : 34-107

NÚMERO DE SERIE : 19170329

ALCANCE DE MEDICIÓN : 3000 cm

DIVISIÓN DE ESCALA : 1 mm

IDENTIFICACIÓN : DPCF-004 (\*)

PROCEDENCIA : NO INDICA

UBICACIÓN : CONTROL DE CALIDAD

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021 - 07 - 17

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Calibraciones de PESAS Y BALANZAS S.A.C.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa, tomando como referencia el DI-011 "Procedimiento para la Calibración de Flexómetros" del CEM-ESPAÑA.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,5 °C	20,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	69 % H.R.	69 % H.R.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESAS Y BALANZAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente Técnico de PESAS Y BALANZAS S.A.C.

Sello



Daniel Mamani Maldonado  
Gerencia Técnica

Fecha de Emisión



6. TRAZABILIDAD

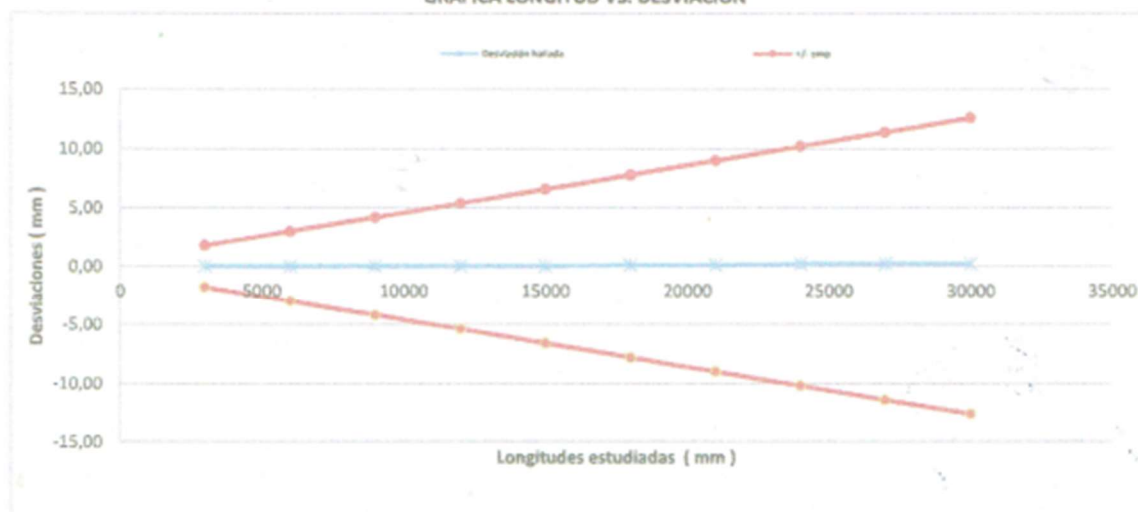
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO Y/O INFORME	ENTIDAD
Regla Metálica	0 mm a 1 000 mm	0,5 mm; 1 mm	II	LLA - 052 - 2021	INACAL
Termohigrómetro	-10 °C a 50 °C / 20 %H.R. a 98 %H.R.	0,1 °C / 1 %H.R.	±1 °C / ±5 %H.R.	T - 1784 - 2020	METROIL S.A.C.

RESULTADOS DE MEDICIÓN

ITEM	Patrón cm	Equipo cm	Desviación cm	Desviación cm	EMP ±cm	ACEPTACIÓN SEGÚN EL EMP
01	300,0	300,000	0,000	0,00	1,8	DENTRO
02	600,0	600,000	0,000	0,00	3,0	DENTRO
03	900,0	900,000	0,000	0,00	4,2	DENTRO
04	1200,0	1200,000	0,000	0,00	5,4	DENTRO
05	1500,0	1500,000	0,000	0,00	6,6	DENTRO
06	1800,0	1800,010	0,010	0,10	7,8	DENTRO
07	2100,0	2100,010	0,010	0,10	9,0	DENTRO
08	2400,0	2400,020	0,020	0,20	10,2	DENTRO
09	2700,0	2700,020	0,020	0,20	11,4	DENTRO
10	3000,0	3000,020	0,020	0,20	12,6	DENTRO
Incertidumbre de medida					0,41 mm	

GRÁFICA LONGITUD VS. DESVIACIÓN



7. OBSERVACIONES.

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida en el instrumento.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

FIN DEL DOCUMENTO

# Anexo3. Certificado de calibración de nivel óptico TOPCOM AT-BA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LOM - 0060 - 2022

N° de Proforma : P0292-2022 (MD-03)  
Expediente : E0565

Página : 1 de 2

**1. SOLICITANTE : INDUSTRIA TECNICA METALURGICA Y SERVICIOS  
ALVITRES PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. ENRIQUE MEIGGS N° 633 - MIRAMAR BAJO - ANCASH - SANTA  
- CHIMBOTE

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : NIVEL ÓPTICO**

MARCA : TOPCOM

MODELO : AT-B4

NÚMERO DE SERIE : X46038

ALCANCE DE MEDICIÓN : 0° a 360 °

DIVISIÓN DE ESCALA : 1°

IDENTIFICACIÓN : IPNO-01 (\*)

PROCEDENCIA : CHINA

UBICACIÓN : CONTROL DE CALIDAD

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022 - 05 - 17

**3. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Laboratorio de Calibraciones de PESAS Y BALANZAS S.A.C.

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa, usando patrones trazables al Sistema Internacional de Unidades calibrados .

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,3 °C	20,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	65 % H.R.	65 % H.R.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESAS Y BALANZAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente Técnico de PESAS Y BALANZAS S.A.C.

Sello



Daniel Mamani Maldonado  
Gerencia Técnica

Fecha de Emisión





**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) .

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO Y/O INFORME	ENTIDAD
Reticula de Medición Angular	0° a 90°	1°	±0,5°	LLA - 194 - 2021	INACAL
Termohigrómetro	-10 °C a 50 °C / 20 %H.R. a 99 %H.R.	0,1 °C / 1 %H.R.	±1 °C / ±5 %H.R.	T - 1920 - 2021	METROIL S.A.C.

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

ITEM	Patrón (°)	Equipo (°)	Desviación (°)	Incertidumbre (°)
01	50,0	50,1	0,1	0,80
02	100,0	100,1	0,1	0,80
03	150,0	150,1	0,1	0,90
04	180,0	180,1	0,1	0,90
05	200,0	200,2	0,2	0,90
06	220,0	220,2	0,2	0,90
07	280,0	280,2	0,2	0,90
08	300,0	300,2	0,2	0,91
09	340,0	340,2	0,2	0,91
10	360,0	360,2	0,2	0,91

**7. OBSERVACIONES.**

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida en el instrumento.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con indicación "CALIBRADO". La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

FIN DEL DOCUMENTO

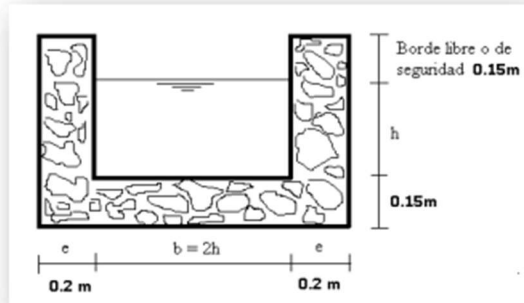
### ANEXO 3.

## DISEÑO DE CANAL RECTANGULAR A MAXIMA EFICIENCIA HIDRAULICA

Q	0.95	m3/seg
Qd =	0.855	m3/seg
Pend (S) =	2	%
n =	0.018	H°C°

Empleamos la ecuacion de Manning:

$$Q_i = \frac{1}{n} * S^{0,5} * \frac{A^{\frac{5}{2}}}{P^{\frac{2}{3}}}$$



Diseñamos a maxima eficiencia hidraulica para canal rectangular.

$$Q_i = \frac{1}{n} * R h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$Q_i = \frac{1}{n} * \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$Q_i = \frac{1}{n} * \frac{A^{\frac{5}{2}}}{P^{\frac{2}{3}}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_i = \frac{1}{n} * \frac{(2 y n l^2)^{\frac{5}{2}}}{(b+2)^{\frac{2}{3}}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_i = \frac{1}{n} * \frac{(2 y n l^2)^{\frac{5}{2}}}{(4 y n l)^{\frac{2}{3}}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Fórmula de máxima eficiencia hidráulica para un canal rectangular:

$$b = 2*y$$

$$0,855 = \frac{1}{0,018} * 0.02^{0,5} * \frac{(2*y^2)^{\frac{5}{2}}}{(4*y)^{\frac{2}{3}}}$$

Constructivamente	y =	0.615	m
	y =	0.600	m

Ahora calculo la base en funcion de el tirante normal:

b =	1.2	m
-----	-----	---

El diseño de este canal por seguridad sera constante a lo largo de todo el trayecto del proyecto.

AREA HIDRAULICA =	0.72	m2
-------------------	------	----

Verificación de que el flujo en el canal es subcritico  $NF < 1$ ; y que la velocidad debe ser de 0,6m/seg a 2m/seg.

Verificación del Número de Froud:  $N = V/(g*y) = 0.1969$  Adm. **FLUJO SUBCRITICO**

Verificación de la velocidad en el canal:  $V = Q/A = 1.1875$  m/s **OK!!! Velocidad Autolimpiante**

## ANEXO N°4

# DESARENADOR

### 1.- CALCULO DEL DIAMETRO DE LAS PARTICULAS A SEDIMENTAR

Los desarenadores se diseñan para un determinado diametro de partículas, es decir, que se supone que todas las partículas de diametro superior al escogido debe depositarse. por ejemplo el valor de diametro maximo de particula normalmente admitido para plantas hidroelectricas es de 0.25 mm. . En lo sistemas de riego generalmente se acepta hasta diametros de 1.5 mm.

#### DATOS:

D= 0.2 mm Diametro de la Particula  
Q= 855 L/s Caudal de Diseño  
n= 0.018 Rugosidad de Manning H°C°  
i= 2 ‰ pendiente Entrada y Salida del canal

### 2.- CALCULO DE VELOCIDAD DE FLUJO

La velocidad en un desarenador se considera lenta cuando esta comprendida entre 0,10 a 0,60 m/s

La eleccion puede ser arbitraria o puede realizarse o utilizando la formula de Camp.

$$V = a\sqrt{d}$$

Donde:

Vd= velocidad de escurrimiento cm/s  
d = 0.2 diametro mm.  
a= 44 constante en funcion al diametro

Diametro D (mm)	a
D < 0,1mm	51
0.1mm < D < 1mm	44
D > 1mm	36

$$V_d = 44\sqrt{0.2}$$

Vd= 19.68 cm/s

Vd= 0.20 m/s velocidad de escurrimiento

### 3.- ANCHO DE CAMARA ( asumido)

B= 2.2 m

Tomando en cuenta que:  $0.8 \leq \frac{H}{B} \leq 1$  relacion H/B = 0.91 OK!!!Cumple condicion

## ANEXO N°5

### 4.- ALTURA DE LA CAMARA DE SEDIMENTACION

$$H = \frac{Q}{v * B}$$

Caudal de diseño: Q= 0.855 m<sup>3</sup>/s

Por lo tanto: H= 1.975039 m

por lo que asumimos: H= **2** m

#### Verificacion del tipo de Flujo

$$V = \frac{Q}{A}$$

V= 1.1875 m/s

#### Numero de Reynolds

$$Re = \frac{V * Rh}{v}$$

Laminar Re < 2000  
 Transicional 2000 < Re < 4000  
 Turbulento Re > 4000

Donde:

V= 1.1875 velocidad del flujo

Rh= 0.30 radio Hidraulico de la seccion que fluye el caudal

v= 0.0000010070 20° C viscosidad del fluido

Re= **353773.5849** Flujo Turbulento

### 5.- CALCULO DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACION

#### FLUJO LAMINAR

Velocidad de Sedimentacion según Diametro de la Particula

D (mm)	Vs (cm/s)
0.05	0.178
0.1	0.692
0.15	1.56
0.2	2.16
0.25	2.7
0.3	3.24
0.35	3.78
0.4	4.32
0.45	4.86
0.5	5.4
0.55	5.94
0.6	6.48
0.7	7.32
0.8	8.07
1	9.44
2	15.29
3	19.25
5	24.9

D= 0.2 mm diametro de la particula

#### Interpolacion si fuese necesario

	D mm	Vs (cm/s)
1	1	9.44
2	0.2	Vs
3	2	15.29

Vs = 4.760 cm/s

Vs= **0.0476** m/s



**FLUJO TURBULENTO**

Donde  
Vs=

$$V_s = \sqrt{(\gamma_s - 1) * \frac{4 * g * D}{3 * c}}$$

velocidad de sedimentacion(cm/s)

λs= 2.625 peso especifico de las particulas (g/cm3)      practicamente invariable 2,60-2,65  
 g= 9.81 aceleracion de la gravedad (m/s2)  
 D= 0.02 diametro de las particulas (cm)  
 c= 0.5 coeficiente de resistencia de los granos      c= 0,5 granos redondos

Vs= 0.922063 cm/s

Vs= 0.009221 m/s

**6.- TIEMPO DE RETENCION**

$$T_r = \frac{H}{V_s}$$

**Turbulento**      Ts= 216.9      s.      tiempo que demora la particula en caer desde la superficie al fondo.  
**Laminar**      Ts= 42.017      s.      tiempo conciderando flujo Laminar

**7.- LONGITUD DE LA CAMARA**

**Flujo Laminar**

$$L = k * V_d * t_s$$

Donde:

L= Longitud de camara (m)  
 k= Coeficiente de seguridad

k es un coeficiente de seguridad usado en desarrenadores de bajas velocidades para tomar en cuenta los efectos de la turbulencia y depende de la velocidad de escurrimiento de acuerdo a la siguiente tabla:

Coeficiente de Seguridad	
Velocidad de escurrimiento (m/s)	K
0.2	1.25
0.3	1.5
0.5	2

**Interpolacion si fuese necesario**

Vd	k
1    0.3	1.5
2    0.20 k	
3    0.5	2

k = 1.2419 cm/s

$$L = k * V_d * t_s$$

L= 10.26809 m

Constructivamente      Se asume L= 10.3 m

### Flujo Turbulento

$$L = k * V_d * t_s$$

Donde:

L= Longitud de camara (m)

k= Coeficiente de seguridad

k es un coeficiente de seguridad usado en desarrenadores de bajas velocidades para tomar en cuenta los efectos de la turbulencia y depende de la velocidad de escurrimiento de acuerdo a la siguiente tabla:

Coeficiente de Seguridad

escurrimiento (m/s)	K
0.2	1.25
0.3	1.5
0.5	2

Interpolacion si fuese necesario

	Vd	k
1	0.3	1.5
2	0.20	k
3	0.5	2

$$k = 1.2419 \text{ cm/s}$$

$$L = k * V_d * t_s$$

$$L = 53.007 \text{ m}$$

Se asume L= 53 m

### 8.- TRANSICION DE ENTRADA

$$L_r = \frac{T_2 - T_1}{2 * \tan(12.5^\circ)}$$

donde:

LT: longitud de la transicion m

T2: 2.2 Espejo de agua en la camara de sedimentacion (m)

T1: 1.2 Espejo de agua en el canal de entrada (m)

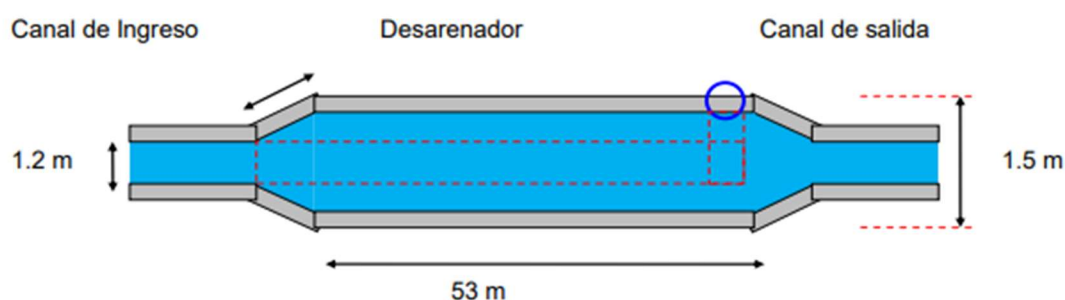
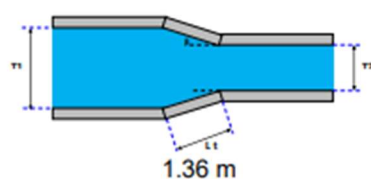
$$LT = 2.255354 \text{ m}$$

por fines constructivos

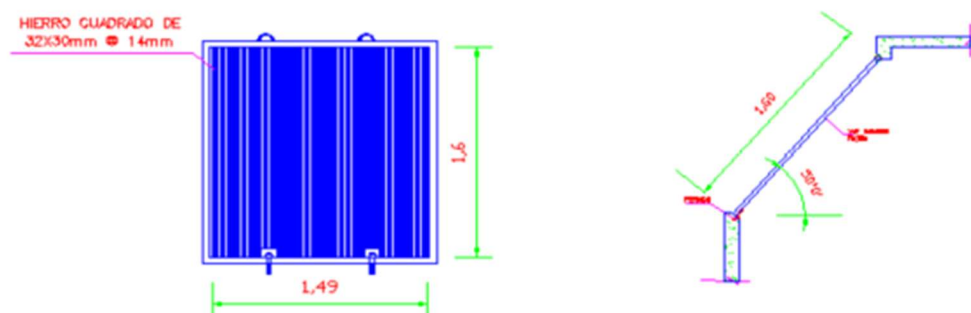
$$LT = 1.36 \text{ m}$$

## 9.- DIMENSIONAMIENTO FINAL :

Transición de Entrada y Salida



### Dimensiones de la rejilla



Las rejillas deben tener una inclinación con respecto a la horizontal para facilitar la limpieza. De 50° a 55° para limpieza a mano y de 70° a 76° para limpieza mecánica para el presente diseño se considerará un Angulo de inclinación de 50°.

La distancia entre rejillas depende del tipo de turbina que se utilizará en el caso de la turbina pelton, la distancia "S" no debe ser mayor a la mitad del diámetro del inyector.

Si se usa una válvula de aguja debe ser un cuarto de este. Para el presente diseño la distancia entre rejilla será  $S = 14 \text{ mm}$ . La dimensión del barrote será de  $l \times h = 32 \times 30 \text{ mm}$

## ANEXO N°6

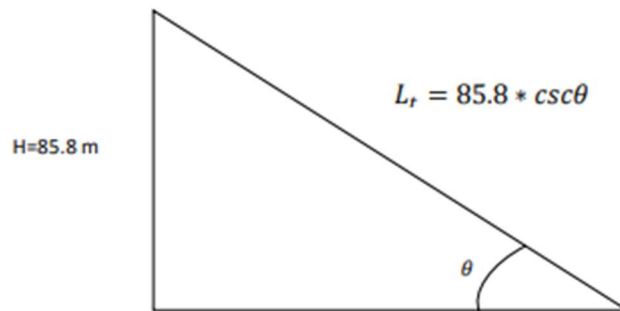
### DIAMETRO DE LA TUBERIA

$$D = 1.27 \cdot \frac{Q^{0.4268}}{(H + s)^{0.1423}}$$

H	85.8	m
Q	0.855	m <sup>3</sup> /s
s	46%	%

<b>D</b>	<b>0.62994</b>	m
----------	----------------	---

### LONGITU DE TUBERIA



$$\theta = \arctan(s)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{46}{100}\right)$$

$$\theta = 24.7^\circ$$

<b>Lt</b>	<b>205.09</b>	<b>m</b>
-----------	---------------	----------

### PERDIDAS DE CARGA

Perdida en la rejilla

$$h_R = k \frac{V^2}{2g}$$

v	2.728644	m/s
---	----------	-----

k	2.4	
---	-----	--

g	9.81	m/seg <sup>2</sup>
---	------	--------------------

<b>hR</b>	<b>0.910764</b>	m
-----------	-----------------	---

**Perdida en la entrada**

$$h_e = k \frac{V^2}{2g}$$

v	2.728644	m/s
k	1	
g	9.81	m/seg <sup>2</sup>

he	0.379485
----	----------

**Perdida del codo**

$$h_c = k \frac{V^2}{2g}$$

v	2.728644	m/s
k	0.16	
g	9.81	m/seg <sup>2</sup>

hc	0.060718
----	----------

**Perdida Por friccion** tubería Pvc

$$h_f = 0.011 * \frac{L}{D} \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

hf	1.359036	m
----	----------	---

**Perdida de Valvula**

$$h_e = k \frac{V^2}{2g}$$

v	2.728644	m/s
k	0.2	
g	9.81	m/seg <sup>2</sup>

hv	0.075897	m
----	----------	---

**Perdida total**

ht	2.7859	m
----	--------	---

**Espesor de la tubería**

e	9mm
---	-----

ANEXO N°7

**DISEÑO DE TURBINA**

**Potencia de diseño**

$$P_d = \rho * g * Q * H$$

densidad	1000
g	9.81
Q	0.85
H	83

P	692095.5
<b>P</b>	<b>692.0955 KW</b>

**Selección de tipo de turbina respecto a la revoluciones**

$$N_s = \frac{N \times \sqrt{\frac{HP}{i}}}{H^{\frac{5}{4}}} \quad \begin{matrix} N \\ i \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{rpm} \\ \text{numero de chorros} \end{matrix}$$

**Hp** 928.1 <sub>HP</sub>

$$N_s = 0.12160454 \frac{N}{\sqrt{i}}$$

**ITERANDO LOS VALORES**

Polos	N	i	Ns
2	1800	1	218.888172
3	1200	1	145.925448
4	900	1	109.444086
5	720	1	87.5552688
6	600	1	72.962724
2	1800	2	154.777311
3	1200	2	103.184874
4	900	2	77.3886554
5	720	2	61.9109243
6	600	2	51.5924369
2	1800	4	109.444086
3	1200	4	72.962724
<b>4</b>	<b>900</b>	<b>4</b>	<b>54.722043</b>
5	720	4	43.7776344
6	600	4	36.481362

Turbina		Ns (rpm,HP,m)	Q (m3/s)	H (m)	P (kW)	Eficiencia
Acción	Pelton	1CH: 30 2CH: 30-50 3CH: 30-50 4CH: 50-70	0.05-50	30-1800	2-300000	91
	Turgo	60-260	0.025-10	15-300		85
	Michell Banki	40-160	0.025-5	1-50	1-750	82
Reacción	Francis	Lento: 60-150 Normal: 150-250 Rapido: 250-400	1-500	2-750	2-750000	92
	Kaplan	300-800	1000	5-80	2-200000	93

Tabla 2.8 Características de las turbinas según el tipo (Fuente: Manual de Mini y Microcentrales Hidroeléctricas, ITDP)

De acuerdo a los criterios citados se empleará una turbina Pelton con un generador de 4 polos de 900 RPM de 4 chorros .

#### Velocidad de chorro

$$c = 0.97x\sqrt{2gH}$$

c	39.14356	m/seg
---	----------	-------

#### Diametro del pelton

$$D = 39x\frac{\sqrt{H}}{N}$$

D	0.39478546	m
---	------------	---

#### Diametro del chorro

$$d = 0.55x\left(\frac{Q}{\sqrt{H}}\right)^{1/2}$$

d	0.1684908	m
---	-----------	---

#### Numero de cucharas

$$Z = \frac{1}{2}\left(\frac{D}{d}\right) + 14 \text{ a } 16.$$

Z	16
---	----

#### Potencia final

Pf	657.490725	kw
----	------------	----

Pf	0.657	MW
----	-------	----



Anexo 8. Carta de autorización del CP QUITARCSA

CARTA DE AUTORIZACION

Yo, ACUÑA MORENO ELIAZAR, identificado con DNI N° 32401977, alcalde del Centro Poblado de Quitaracsa, autorizó al los Srs Capristano Moreno Ronald identificado con DNI N° 76137093 y a Muñoz Santisteban Julio identificado con DNI N° 42598487 ,de la Universidad Cesar Vallejo, AUTORIZO a realizar "El Diseño de la Minicentral Hidroeléctrica en el Centro Poblado de Quitaracsa, para dotar de energía ,con finalidad de realizar su proyecto de investigación (proyecto de tesis ),sin nada mas que agregar me despido y agradezco su valiosa colaboración.

Quitaracsa, 10 de diciembre del 2021



Sr. Acuña Moreno Eliazar  
DNI N° 32401977



Sr Capristano Moreno Ronald  
DNI N° 76137093



Sr Muñoz Santisteban Julio  
DNI N°42598487

Fuente: Propia del autor



TABLAS

Tabla 3. Resultados censales del 2007

AÑO	Tasa de crecimiento	2007: XI de	
		población y VI de vivienda	Nivel geográfico
2007	2.86%	2779	Distrital
2007	3.57%	115389	Provincial

Fuente: INEI 2007 último censo

Tabla 4. Proyección de la población en 20 años

Periodo	Año	Población Proyectada
1	2021	586.302
2	2022	603.0702372
3	2023	620.318046
4	2024	638.0591421
5	2025	656.3076336
6	2026	675.0780319
7	2027	694.3852636
8	2028	714.2446821
9	2029	734.67208
10	2030	755.6837015
11	2031	777.2962554
12	2032	799.5269283
13	2033	822.3933984
14	2034	845.9138496
15	2035	870.1069857
16	2036	894.9920455
17	2037	920.588818
18	2038	946.9176582
19	2039	973.9995033
20	2040	1001.855889

Fuente: Propia del autor

Tabla 5. Demanda de energía eléctrica.

<b>ELECTRODOMESTICO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>KW</b>	<b>HORAS DIARIAS</b>	<b>KW</b>
<b>televisor</b>	1	120	0.12	1	0.12
<b>Licuadaora</b>	1	300	0.3	0.2	0.06
<b>Plancha</b>	1	1000	1	0.25	0.25
<b>Equipo de sonido</b>	1	80	0.08	2	0.16
<b>Focos</b>	3	20	0.06	2	0.12
<b>Total</b>					0.71

Fuente: Guía para la elaboración de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas destinadas a la electrificación rural del Perú (Tsuguo Nozaki ,1980)

Tabla 6. Cálculo la velocidad

Mediciones del tiempo		
PRUEBA 1		9,19
PRUEBA 2		9,39
PRUEBA 3		9,34
PRUEBA 4		9,26
PRUEBA 5		9,28
PRUEBA 6		9,20
	tiempo promedio	9,28 segundos
	velocidad	3.23 m/s

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Medida de la seccion del canal

Altura	Medida	Unidad
H1	0.3	metros
H2	0.39	metros
H3	0.63	metros
H4	0.74	metros
H5	0.26	metros
H6	0.2	metros
H Max	0.422	m
Área		0.422 m2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Factor k para el método del flotador

Tipo de canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.7
Río o riachuelo, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidades menores a 15 cm	0.5 a 0.25

Fuente: (ITDG S.P 2010)

Tabla 9. Diametro de la partícula

DIAMETRO	ALTURA
(0.2 a 0.5 mm)	H< 10m Baja caída
(0.1 a 0.2 mm)	10< H<100m Caída media
(0.01 a 0.05 mm)	H>100 m

Fuente: (ITDG S.P 2010)

Tabla 10. Datos topograficos del salto y ángulo

Longitud	H	Pendiente
34	15.49	0.489966
34.6	15.8	0.49128012
31.58	10.5	0.34530817
42.07	20	0.51477566
28.7	13	0.48671307
25.8	11	0.45421862
<b>196.75</b>	<b>85.79</b>	<b>46%</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla11. tipos de turbina

Turbina		Ns(rpm,HP,m)	Q(m3/s)	H(m)	P(kw)	Eficiencia
Accion	Pelton	1CH:30 2CH:30-50 3CH:30-50 4CH:50-70	0.05-50	30-1800	2-300000	91
	Turgo	60-260	0.025-10	15-300		85
	Michell Banki	40-160	0.025-5		1-750	82
Reaccion	Francis	Lento:60-150 Normal:150-250 Rapido:250-400	1-500	2-750	2-750000	92
	Kaplan	300-800	1000	5-80	2-200000	93

Tabla12. Iteraciones para la determinación de la turbina y el generador

Polos	N	i	Ns
2	1800	2	154.777311
3	1200	2	103.184874
4	900	2	77.3886554
5	720	2	61.9109243
6	600	2	51.5924369
2	1800	4	109.444086
3	1200	4	72.962724
<b>4</b>	<b>900</b>	<b>4</b>	<b>54.722043</b>
5	720	4	43.7776344
6	600	4	36.481362

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Presupuesto de materiales eléctricos y mecánicos

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO (S/)
1.1	<b>TURBINA TIPO Pelton</b>	S/ 14,250.00
	Potencia en el eje = 200 KW. Q = 855 l/seg.	
	Tipo Pelton Hb = 47.28 m.	
	Número de Inyectores = (04). Incluye todos los accesorios	
	CARACTERISTICAS Y CONSTRUCCIÓN. Según especificaciones técnicas del fabricante.	
1.2	<b>GENERADOR</b>	S/ 33,750.00
	Potencia =657 KW Factor de potencia = 0.8	
	Velocidad nominal = 900 rpm. Altura de trabajo = 1,500 m.s.n.m. Frecuencia nominal = 60 HZ.	
	Tensión Nominal = 380/220 vol. trifásico Incluye Chasis de Montaje y accesorios	
1.3	<b>REGULADOR ELECTRONICO Y TABLERO GENERAL DE CONTROL Y MEDICIÓN</b>	S/ 16,750.00
	Debe <b>contar</b> con los siguientes instrumentos: Tarjetas electrónicas de regulación y control	
	Instrumentos digitales para la lectura de todos los parámetros Capacidad 200 KW Incluye carta secundaria con enfriamiento con agua fluyente	
1.4	<b>VALVULA GENERAL</b>	S/ 5,250.00
	Será del tipo compuerta de Ø 10"	
	Presión de trabajo 150 PSI Accionamiento Manual	
1.5	<b>JUNTA DE MONTAJE</b>	S/ 4,200.00
	Del tipo deslizante  Para desmontar y montar el equipo así como para su dilatación, Para una presión de trabajo de 150 PSI	
1.6	<b>CABLES DE POTENCIA (En casa de Fuerza)</b>	S/ 8,750.00
	Conductores entre generador y tablero	
	Pozo de tierra de las Máquinas Cableado del tablero de 200 KW	
1.7	<b>TRANSPORTE DE EQUIPO ELECTROMECHANICO</b>	S/ 3,500.00
	Incluye transporte de toda la maquinaria y el transporte del personal que realizará el montaje	
<b>SUB TOTAL EN NUEVOS SOLES (S/.)</b>		<b>S/ 86,450.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Presupuesto de trabajos civiles

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO (S/)
1	TRABAJOS PRELIMINARES	S/ 17,392.70
2	DESARENADOR Y CAMARA DE CARGA	S/ 12,092.30
	Estructura elemental, para un caudal de diseño de 100 l / seg. De concreto armado 210 kg/cm <sup>2</sup> .	
	Con rejilla antes del ingreso a la tubería, según planos que se adjuntan	
3	TUBERIA DE PRESIÓN	S/ 15,538.10
	14 Tubos PVC Ø = 250 mm., CE 7.5 x 6 m.	
	06 Codos PVC Ø = 250 mm., CE 7.5 UF	
	02 Brida con Cabezal de Ø = 250 mm, UF, CE 7.5	
	02 Reducciones de 10" a 8" con unión flexible CE 7.5 36 Anillos de goma Ø = 250 mm., presión	
	Longitud aproximada.= 77 m. Movimiento de tierras, materiales para apoyos y anclajes a cargo de los beneficiarios.	
4	OBRAS CIVILES PARA 200 KW	S/ 28,023.10
5	EQUIPO ELECTROMECAÁNICO. POTENCIA = 200 KW	S/ 13,450.00
6	COSTOS DIRECTOS	S/ 93,473.10
	Gastos Generales 7%	S/ 6,543.12
	Utilidad 5%	S/ 4,673.66
7	<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/ 191,186.07</b>
	IGV 18%	S/ 34,413.49
8	Elaboración del Proyecto	S/ 12,000.00
	SUPERVISIÓN	S/ 15,123.22
<b>TOTAL GENERAL (S/.)</b>		<b>S/ 252,722.78</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla15.Cosoto del Consumo eléctrico de una familia

ELECTRODOMESTICO	Cantidad	POTENCIA(W)	KW	HORAS DIARIAS	KW/mes	Costo mensual
televisor	1	120	0.12	3	10.8	s/ 4.644
Licudora	1	300	0.3	0.3	1	s/ 0.43
Ducha	1	4500	4.5	0.5	27	s/ 11.61
Plancha	1	1000	1	0.5	5	s/2.15
Computador	1	200	0.2	3	12	s/ 5.16
Equipo de sonido	1	80	0.08	2	3.2	s/ 1.376
Focos	3	20	0.06	4	7.2	s/ 3.096
Lavadora	1	500	0.5	2	8	s/ 3.44
Total					74.2	s/ 31.9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Ingresos producidos por el proyecto

PAGO PROMEDIO DE LUZ				S/ 24
Periodo	Año	Población Proyectada	COSTO DE LUZ MENSUAL	COSTO DE LUZ AL AÑO
1	2021	586.302	S/ 3,517.81	S/ 42,213.74
2	2022	603.0702372	S/ 3,618.42	S/ 43,421.06
3	2023	620.318046	S/ 3,721.91	S/ 44,662.90
4	2024	638.0591421	S/ 3,828.35	S/ 45,940.26
5	2025	656.3076336	S/ 3,937.85	S/ 47,254.15
6	2026	675.0780319	S/ 4,050.47	S/ 48,605.62
7	2027	694.3852636	S/ 4,166.31	S/ 49,995.74
8	2028	714.2446821	S/ 4,285.47	S/ 51,425.62
9	2029	734.67208	S/ 4,408.03	S/ 52,896.39
10	2030	755.6837015	S/ 4,534.10	S/ 54,409.23
11	2031	777.2962554	S/ 4,663.78	S/ 55,965.33
12	2032	799.5269283	S/ 4,797.16	S/ 57,565.94
13	2033	822.3933984	S/ 4,934.36	S/ 59,212.32
14	2034	845.9138496	S/ 5,075.48	S/ 60,905.80
15	2035	870.1069857	S/ 5,220.64	S/ 62,647.70
16	2036	894.9920455	S/ 5,369.95	S/ 64,439.43
17	2037	920.588818	S/ 5,523.53	S/ 66,282.39
18	2038	946.9176582	S/ 5,681.51	S/ 68,178.07
19	2039	973.9995033	S/ 5,844.00	S/ 70,127.96
20	2040	1001.855889	S/ 6,011.14	S/ 72,133.62

Fuente: Elaboración propia



Tabla 17. Flujo de caja económica del proyecto

<b>PERIODOS</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FLUJO DE CAJA ECONÓMICO</b>
<b>0</b>			-S/ 339,172.78
<b>1</b>	S/ 42,213.74	-S/ 5,000.00	S/ 37,213.74
<b>2</b>	S/ 43,421.06	-S/ 5,000.00	S/ 38,421.06
<b>3</b>	S/ 44,662.90	-S/ 5,000.00	S/ 39,662.90
<b>4</b>	S/ 45,940.26	-S/ 5,000.00	S/ 40,940.26
<b>5</b>	S/ 47,254.15	-S/ 5,000.00	S/ 42,254.15
<b>6</b>	S/ 48,605.62	-S/ 5,000.00	S/ 43,605.62
<b>7</b>	S/ 49,995.74	-S/ 5,000.00	S/ 44,995.74
<b>8</b>	S/ 51,425.62	-S/ 5,000.00	S/ 46,425.62
<b>9</b>	S/ 52,896.39	-S/ 5,000.00	S/ 47,896.39
<b>10</b>	S/ 54,409.23	-S/ 5,000.00	S/ 49,409.23
<b>11</b>	S/ 55,965.33	-S/ 5,000.00	S/ 50,965.33
<b>12</b>	S/ 57,565.94	-S/ 5,000.00	S/ 52,565.94
<b>13</b>	S/ 59,212.32	-S/ 5,000.00	S/ 54,212.32
<b>14</b>	S/ 60,905.80	-S/ 5,000.00	S/ 55,905.80
<b>15</b>	S/ 62,647.70	-S/ 5,000.00	S/ 57,647.70
<b>16</b>	S/ 64,439.43	-S/ 5,000.00	S/ 59,439.43
<b>17</b>	S/ 66,282.39	-S/ 5,000.00	S/ 61,282.39
<b>18</b>	S/ 68,178.07	-S/ 5,000.00	S/ 63,178.07
<b>19</b>	S/ 70,127.96	-S/ 5,000.00	S/ 65,127.96
<b>20</b>	S/ 72,133.62	-S/ 5,000.00	S/ 67,133.62

<b>TASA DE DESCUENTO</b>	14%
<b>VAN</b>	S/ 636,533.51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Iteración de las tasas para calcular VAN=0

<b>TIR</b>		<b>VAN</b>
2%	S/	476,566.74
4%	S/	325,451.33
6%	S/	211,085.23
8%	S/	123,312.09
10%	S/	55,022.50
11%	S/	26,549.20
<b>12.05%</b>	<b>S/</b>	<b>0.00</b>
16%	-S/	76,571.06
18%	-S/	105,004.23
20%	-S/	128,524.21
22%	-S/	148,186.81
24%	-S/	164,789.15
26%	-S/	178,939.08
28%	-S/	191,104.64
30%	-S/	201,649.55
32%	-S/	210,859.14

Fuente: Elaboración propia

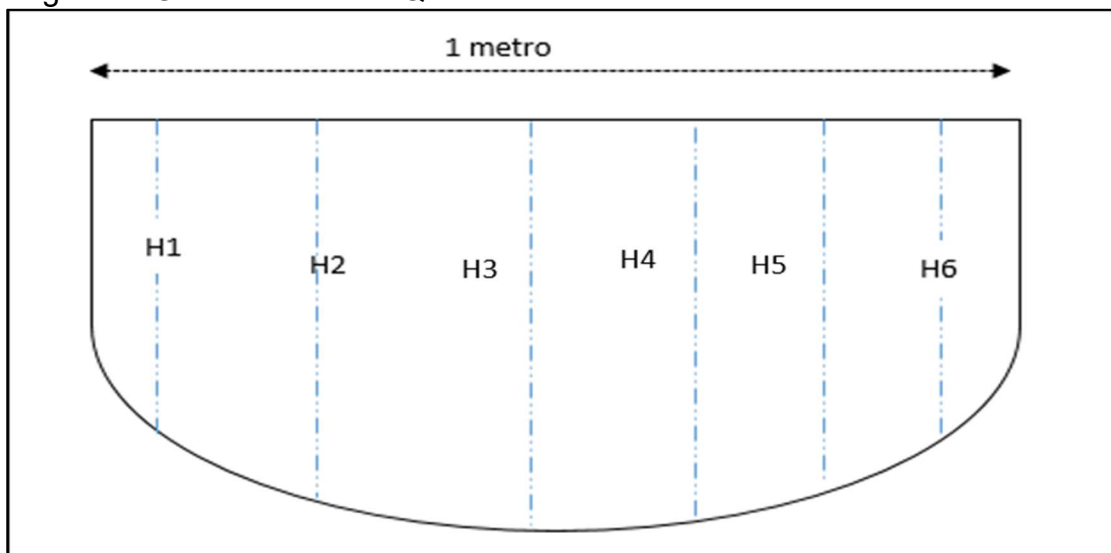
FIGURAS

Figura 6. Plano de Ubicación del C.P. Quitarcasa



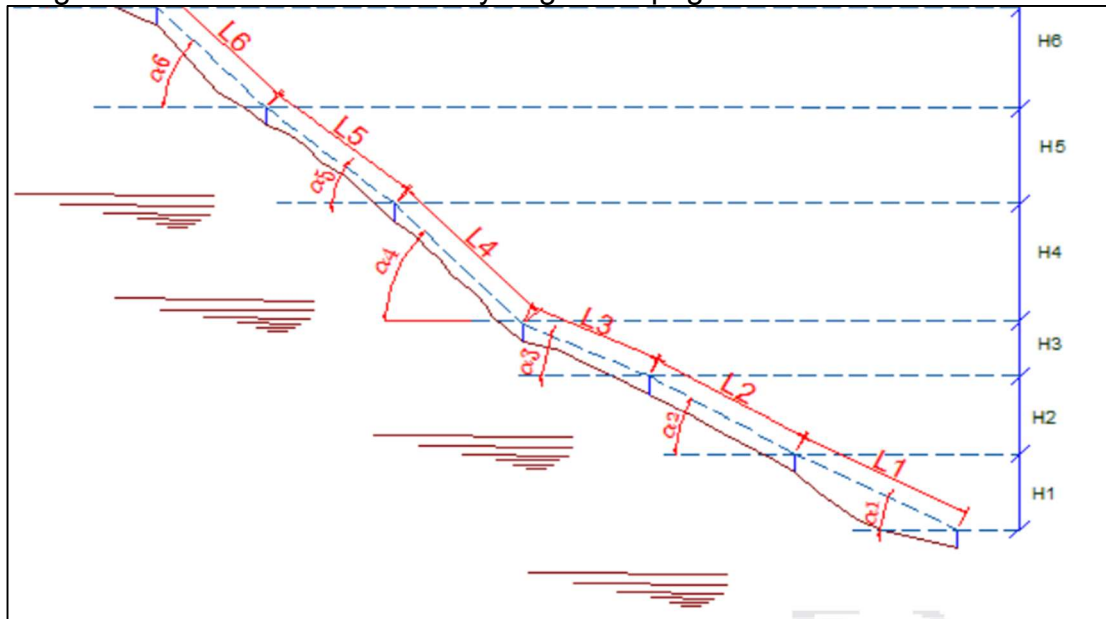
Fuente: [https://www.bing.com/mapbuilder/#background=Bing&disable\\_features=bou ndaries&map=15.75/-8.7721/-77.7363](https://www.bing.com/mapbuilder/#background=Bing&disable_features=bou ndaries&map=15.75/-8.7721/-77.7363)

Figura 7. Gráfico del canal Quitarcasa



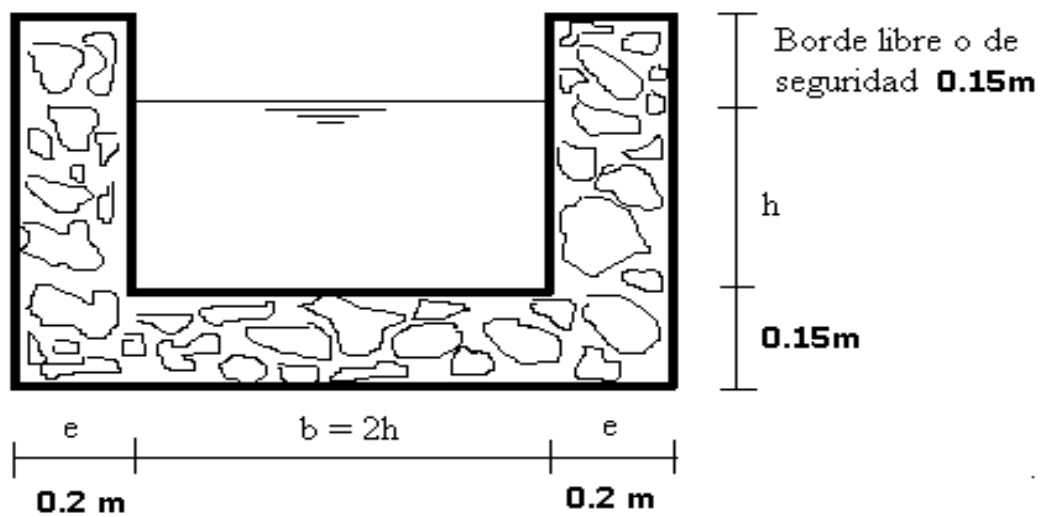
Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Medidas de los saltos y ángulos topográficos



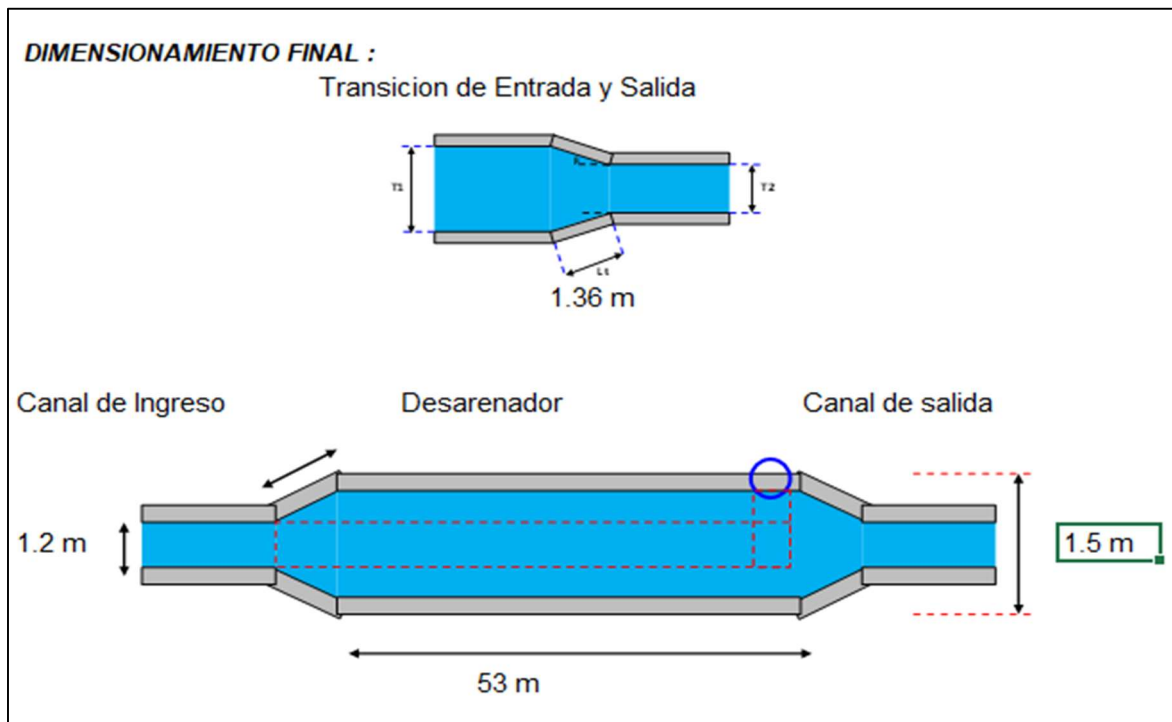
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Diseño de canal



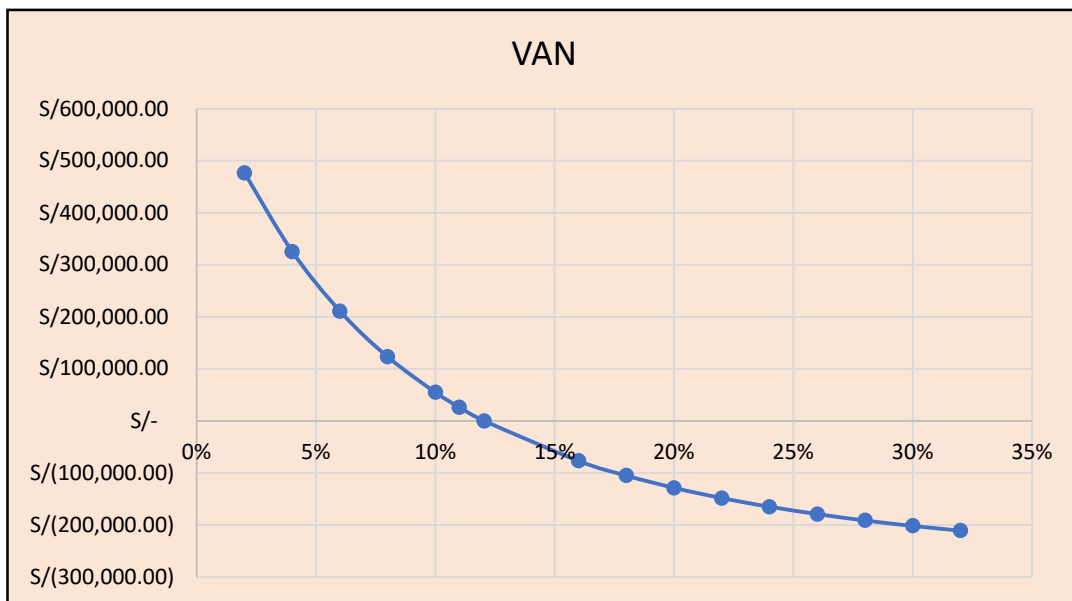
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Diseño final del desarenador



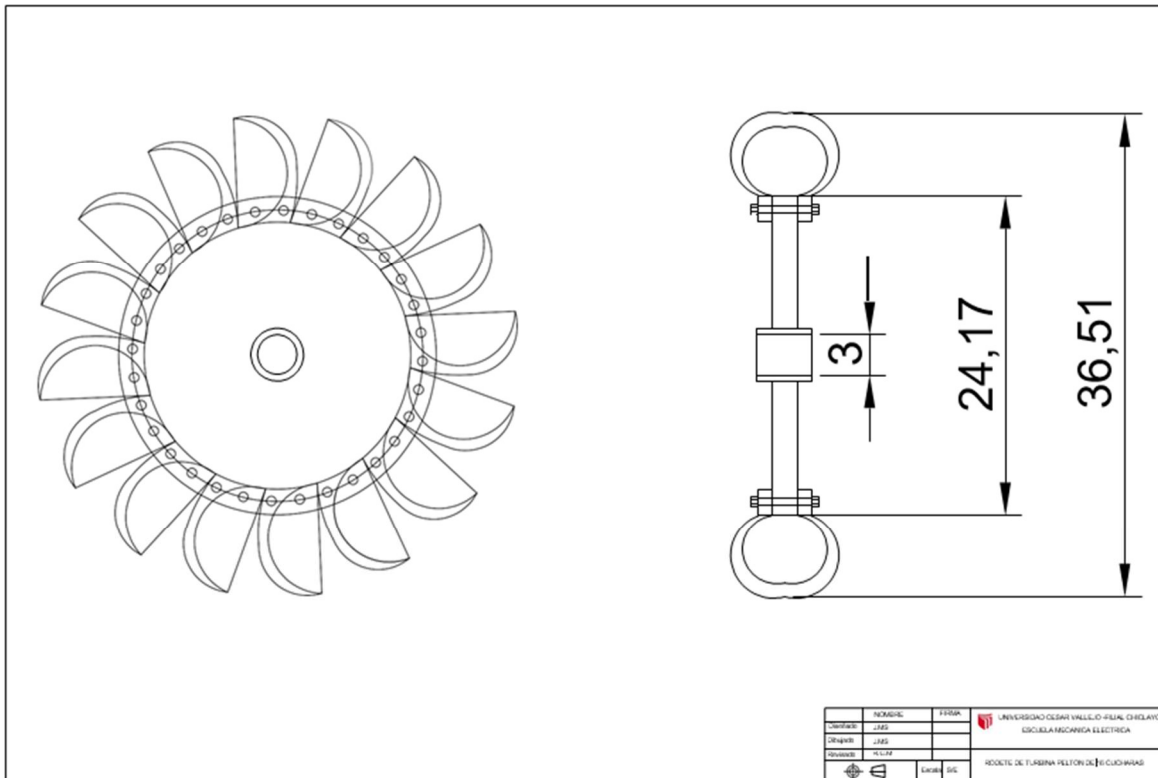
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Grafico del TIR



Fuente: Elaboración propia

Figura N°16. Modelo de plano de turbina Pelton de 16 cucharas



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO FOTOGRAFICO



Foto 1 Río Quitaracsa



Fuente: Elaboración propia

Foto 2. Canal del río Quitaracsa que pasa por el C.P



Fuente: Elaboración propia

Foto 3. Pendiente de caída del río Quitaracsa



Fuente: Elaboración propia



Foto 4. Rueda de Pelton



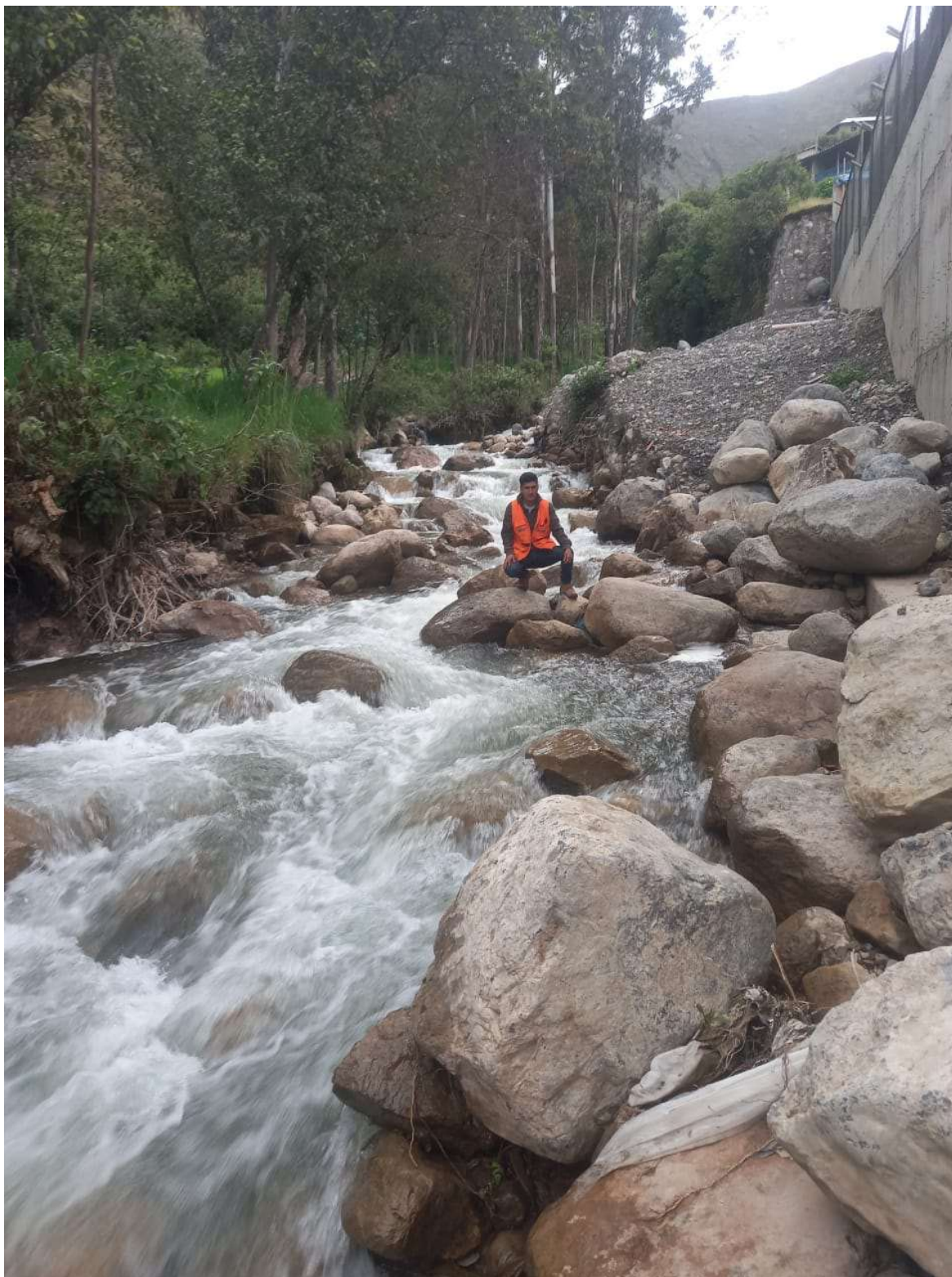
Fuente: <https://www.directindustry.es>

Foto 5. Vista panorámica del río Quitaracsa



Fuente: Elaboración propia

Foto 6. caudal de río Quitaracsa



Fuente: Elaboración propia



Foto 7. Medición de canal para bocatoma



Fuente: Elaboración propia

Foto 8. Viviendas sin energía



Fuente: Elaboración propia



Foto 9. Viviendas en las faltas de río Quitaracsa



Fuente: Elaboración propia



Foto 10. Nivel Óptico TOPCOM-AT-4B



Fuente: <http://www.importadorperu.com/atb3a/topcon-at-b3a>

Foto 11. Cinta Métrica STANLEY 30m/100'



Fuente: Elaboración propia, contraste de la empresa ItemasaPeru s.a.c.

Foto 12. teodolito Electrónico Topcon DT-200



Fuente: [http://www.topoequipos.com/dem/teodolitos/teodolitos\\_topcon](http://www.topoequipos.com/dem/teodolitos/teodolitos_topcon)