

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**RENDIMIENTO DE UNA BOMBA HIDRÁULICA  
PROTOTIPO A DIFERENTE DIÁMETRO DE TUBERÍA Y  
SINGULARIDADES**

**Autor:**

Bach. Buenaventura Usquiza Cruz

**Asesor:**

Dr. Meregildo Silva Ramírez

**Coasesor:**

M.Sc. Segundo Víctor Olivares Muñoz

**Registro:** (.....)

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2022**

## **DATOS DEL ASESOR DE LA TESIS**

**Dr. Meregildo Silva Ramírez**

DNI N° 27856219

Registro ORCID: N° 0000-0003-1661-4421

<https://orcid.org/0000-0003-1661-4421>

Campo de la Investigación y el Desarrollo, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE):

2.11.02 -- Otras ingenierías y tecnologías

## **DEDICATORIA**

Todo mi esfuerzo, dedicación y paciencia puesta en el desarrollo del presente trabajo, va dedicado con orgullo a mis padres por su constante apoyo aun en los momentos difíciles; y a todos los docentes de la UNTRM que contribuyeron en mi formación profesional.

Buenaventura Usquiza Cruz

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de cumplir una de mis metas, por fortalecer mis pensamientos y habilidades, y poner a personas que contribuyeron en mi formación.

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias – Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por abrirme las puertas para formarme como profesional bajo principios y valores, y la continua dedicación de los docentes que contribuyeron en mi formación profesional.

Agradecimientos a mis asesores Mg. Meregildo Silva Ramírez , al Mg. Segundo Víctor Olivares Muñoz, a mis padres, Marino Usquiza Torres y María Florecilda Cruz Torrejón, por el sueño profesional que ellos desearon para mí, por la actitud positiva que siempre me brindaron para seguir adelante, a mis hermanos, familiares y amigos que me acompañaron en mi formación profesional.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

**Rector**

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

**Vicerrector Académico**

Dra. Flor de Teresa García Huamán

**Vicerrectora de Investigación**

M.Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“RENDIMIENTO DE UNA BOMBA HIDRÁULICA PROTOTIPO A DIFERENTE DIÁMETRO DE TUBERÍA Y SINGULARIDADES”**, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma:

**BUENAVENTURA USQUIZA CRUZ**

El suscrito da el Visto Bueno al informe final de la citada tesis, dándole pase para que sea sometida a la revisión del Jurado evaluador, comprometiéndonos a supervisar el levantamiento de observaciones dadas por el Jurado evaluador, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 15 de setiembre del 2020



---

**Dr. MEREGILDO SILVA RAMÍREZ**  
*Profesor Asociado a Tiempo Completo- UNTRM*

## VISTO BUENO DEL COASESOR DE LA TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“RENDIMIENTO DE UNA BOMBA HIDRÁULICA PROTOTIPO A DIFERENTE DIÁMETRO DE TUBERÍA Y SINGULARIDADES”**, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma:

**BUENAVENTURA USQUIZA CRUZ**

El suscrito otorga el Visto Bueno al informe final de la citada tesis, dándole pase para que sea sometida a la revisión del Jurado evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones dadas por el Jurado evaluador, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 15 de setiembre del 2020



---

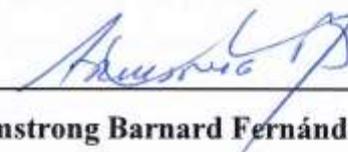
**M.Sc. SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ**  
*Profesor auxiliar TC, Departamento Académico de Agroindustria,  
Agronomía y forestal*

**JURADO EVALUADOR DE LA TESIS**



---

***Dra. Elena Victoria Torres Mamani***  
**PRESIDENTE**



---

***M.Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri***  
**SECRETARIO**



---

***M.Sc. Segundo Grimaldo Chávez Quintana***  
**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

 **UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

**ANEXO 3-0**

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

RENDIMIENTO DE UNA BOMBA HIDRAULICA PROTOTIPO A DIFERENTE  
DIAMETRO DE TUBERIA Y SINGULARIDADES

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) BACH. BUENAVENTURA USQUIZA CRUZ  
de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGRONOMA  
con correo electrónico institucional USQUIZA.CRUIZ@gmail.com

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 24 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (✓) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene      % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 30 de diciembre del 2020

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
PRESIDENTE

[Signature]  
VOCAL

OBSERVACIONES:  
.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 30 de 12 del año 2020 siendo las 9:00 horas, el aspirante: BUENAVENTURA USQUIZA CRUZ, defiende en sesión pública presencial ( ) / a distancia (✓) la Tesis titulada: RENDIMIENTO DE UNA BOMBA HIDRAULICA PROTOTIPO A DIFERENTE DIAMETRO DE TUBERIA Y SINGULARIDADES., teniendo como asesor a MIG. MERCEDES SILVA RAMIRO Y ING. SEGUNDO OLIVERA MORA para obtener el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ELENA VICTORIA TORRES MAMANI

Secretario: ARMSTRONG BARNABÉ FERNÁNDEZ SERI

Vocal: SEGUNDO GERMALDO CHAVEZ QUINTANA

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  )

Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 10:15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

Armstrong B.  
SECRETARIO

Segundo  
VOCAL

Elena  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE GENERAL

DATOS DEL ASESOR DE LA TESIS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....	vii
VISTO BUENO DEL COASESOR DE LA TESIS .....	viii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	ix
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	x
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	xi
ÍNDICE GENERAL .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
2.1 Área de estudio .....	24
2.2. Material experimental.....	24
2.2.1. Materiales de infraestructura .....	24
2.2.2. Equipos e instrumentos usados en la construcción .....	25
2.3. Metodología.....	25
2.3.1. Factor A (Tuberías) .....	25
2.3.2. Factor B (Singularidades) .....	26

<b>2.3.3. Distribución experimental.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.4. Análisis estadístico .....</b>	<b>27</b>
<b>Variables estudiadas .....</b>	<b>27</b>
<b>2.4. Manejo del experimento .....</b>	<b>28</b>
<b>2.5. Desarrollo de la bomba hidráulica prototipo en campo .....</b>	<b>31</b>
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución de tratamientos con diferentes tipos de diámetro de tuberías y accesorios.....	26
<b>Tabla 2.</b> Resultados de cada uno de los tratamientos.....	34
<b>Tabla 3.</b> Análisis del factor espesor de tubería (plg) descripción .....	34
<b>Tabla 4.</b> Análisis para el factor del espesor de tubería (pulg).....	35
<b>Tabla 5.</b> Análisis el facto número de singularidades descripción.....	35
<b>Tabla 6.</b> Análisis el facto número de singularidades. ....	36
<b>Tabla 7.</b> Volumen de agua y espesor de tubería .....	36
<b>Tabla 8.</b> Volumen de agua y número de singularidades. ....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tipos de bombas (Diez, 2007). .....	20
<b>Figura 2.</b> Turbobombas (Guaycochea Guglielmi, 1999). .....	21
<b>Figura 3.</b> Bombas de embolo o pistón (Mancebo, 2010). .....	22
<b>Figura 4.</b> Bombas de diafragma (Menéndez Blanco, 2017). .....	22
<b>Figura 5.</b> Bombas centrifuga (González Pérez, 2000). .....	23
<b>Figura 6.</b> Ubicación satelital del area de experimentacion. ....	24
<b>Figura 7.</b> Biseño 1 de la bomba. ....	28
<b>Figura 8.</b> Segundo diseño de la bomba. ....	29
<b>Figura 9.</b> Diseño de la volante hidráulica. ....	29
<b>Figura 10.</b> Diseño de los álabes. ....	30
<b>Figura 11.</b> Diseño del soporte de la bomba. ....	30

## RESUMEN

En el fundo Lucmapampa, distrito Levanto, región Amazonas – Perú, área donde se cultiva plátano y café se tiene diversas dificultades para el riego, que es base para lograr mayor productividad; en ese contexto se desarrolló la investigación que tuvo como objetivo determinar el rendimiento de una bomba hidráulica prototipo a diferente diámetro de tubería y singularidades; para ello se diseñó un experimento bifactorial  $3^2$ , donde el factor A fue el diámetro de tubería y el factor B, la cantidad de singularidades; se diseñó y construyó una bomba de pistón con transmisión por cadena accionada con una rueda hidráulica, la instalación y pruebas se llevó a cabo en la rivera del río Utcubamba; los resultados de los tratamientos A1B1, A2B1 y A3B1 tienen mayor generación de caudal, determinándose que el tratamiento A2B1 tiene mayor rendimiento con 15 lt/min con una altura de 5m, con tubería de  $\frac{3}{4}$  “ de diámetro, en singularidades un codo y una válvula chep.

Palabras claves: Bomba hidráulica, prototipo, diámetro de tubería y singularidades.

## ABSTRACT

In the Lucmapampa farm, Levanto district, Amazon region - Peru, an area where bananas and coffee are grown, there are various difficulties for irrigation, which is the basis for achieving greater productivity; In this context, the research was developed that aimed to determine the performance of a prototype hydraulic pump at different pipe diameters and singularities; For this purpose, a bifactorial experiment 32 was designed, where factor A was the pipe diameter and factor B, the number of singularities; A piston pump with chain transmission driven with a hydraulic wheel was designed and built, the installation and tests were carried out on the bank of the Utcubamba river; The results of the A1B1, A2B1 and A3B1 treatments have a higher flow generation, determining that the A2B1 treatment has higher performance with 15 lt / min with a height of 5m, with a  $\frac{3}{4}$  "diameter pipe, in singularities an elbow and a valve chep.

Keywords: Hydraulic pump, prototype, pipe diameter and singularities.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La agricultura es una actividad prioritaria para la alimentación de la humanidad, las plantas tienen problemas de agua por los diferentes cambios que se vienen dando en el planeta. En casi todas las regiones no es un tema fuera de observación, aunque cuenta con grandes afluentes, el problema radica principalmente en la manera de llevar este líquido desde los ríos hasta las parcelas o a una cota más alta (Auccacusi, 2014).

En el proyecto se hace uso de una rueda hidráulica que es un mecanismo que fue descubierto desde hace unos 5000 años. El pueblo sumerio como parte de su historia, disponía de molinos movidos por agua, también los griegos y los romanos hacen uso de este mecanismo empleando como parte del sistema la rueda hidráulica. En un principio fue conocido como un sistema para elevar el agua quieta, para pasar luego a ser, sin apenas modificaciones a "motor" productor de energía capaz de ser transformada en movimiento (Valdés, 1995).

Según Casas, R., (2012) en su investigación, diseñó un prototipo de bomba que es accionada con energía hidráulica con la finalidad de hacer su uso Agropecuario en Villa Nueva Veracruz, concluye que el modelo de rueda hidráulico que fue construido en dicho lugar satisface las expectativas planteadas.

Una de las ideas de un sistema de válvulas es la aplicación del ariete hidráulico que con un sistema de válvulas que hacen que el agua sea impulsada a una cota mayor, para este sistema de bombeo se usa una caída de unos 5m para lograr la fuerza de expulsión. El trabajo es realizado por las válvulas y la cámara de vacío que hace que el agua sea con un caudal continuo a la llegada al reservorio (Peralta, 2015).

La presente investigación de Caceres, (2015) se hace uso de una volante hidráulica que tiene la finalidad de implementar una rueda mecánica de 1m de diámetro construida de acero inoxidable para mayor durabilidad y además esta constituida de 50 álabes, para elevar el agua mediante bombeo de agua desde una vertiente a una altura mayor. En lo que define a la energía hidráulica y la importancia de esta. Para hacer trabajar la rueda hidráulica se ajusta el diseño de la rueda hidráulica se inicia midiendo la velocidad del agua y cuanto es la velocidad de salida del estanque de captación. Se calcula el caudal el rodete, el número de alavés como también las revoluciones por minuto y torque de la rueda hidráulica.

En la investigación se hace un diseño de bomba usando la energía solar, se realizó el estudio pertinente acerca de cada uno de los componentes eléctricos de un sistema de bombeo solar, con la finalidad de establecer una metodología para el cálculo de estos sistemas (Montaño, Mogrovejo, & Quizhpe, 2007)

Según Jara, Campoverde & Pizarro, (2011) En cuanto a la rueda hidráulica se realizó dos pruebas generales para esto se usaron diferentes direcciones de chorro, a 45° y chorro recto, Obteniendo un mejor resultado y eficiencia cuando se utiliza a 45°, y con el experimento se obtuvo 34 rpm en la rueda y con una eficiencia de bombeado de 4,2 l/min a una cota de 120 metros de altura, mientras que en un chorro recto permitió girar a la rueda a 66 rpm dándonos un caudal de 8 l/min con una altura de 120 metros de desnivel.

En muchas regiones del mundo siempre contamos con valles que nos pueden beneficiar ante intensas sequías que puedan echar a perder un determinado cultivo. La bomba hidráulica diseñada se usa en el bombeo de agua de un río a un determinado reservorio para luego ser distribuido en un campo de cultivo por cualquiera de los métodos ya conocidos.

El sistema de bombeo del agua está elaborado de materiales livianos como el PVC que tiene incorporadas válvulas para permitir la expulsión de líquido. El mecanismo de funcionamiento es por medio de una corriente de agua que le transmite la fuerza a la volante mecánica que luego mediante la rotación de un brazo se logra la fuerza para su funcionamiento.

### **Bombas hidráulicas**

Las bombas son máquinas en las cuales se produce una transformación de la energía mecánica, en energía hidráulica (velocidad y presión), Comunicada al fluido que circula por ellas. Atendiendo al principio de funcionamiento (Schiöler, 1994), pueden clasificarse en los siguientes grupos:

## Bombas centrífugas y volumétrico

En ellas se cede energía de presión al fluido mediante volúmenes confinados, Se produce un llenado y vaciado periódico de una serie de cámaras, produciéndose el trasiego de cantidades discretas de fluido desde la aspiración hasta la impulsión. Pueden a su vez subdividirse en alternativas y rotativas. Dentro del primer grupo se encuentran las bombas de pistones y émbolos; al segundo pertenecen las bombas de engranajes, tornillo, lóbulos, paletas (Díez, 2007).

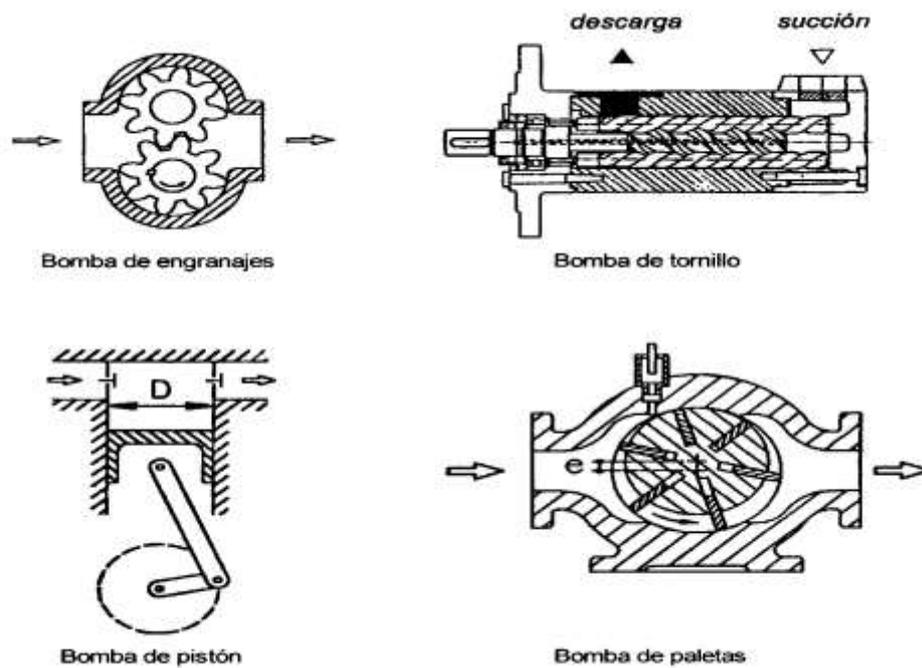
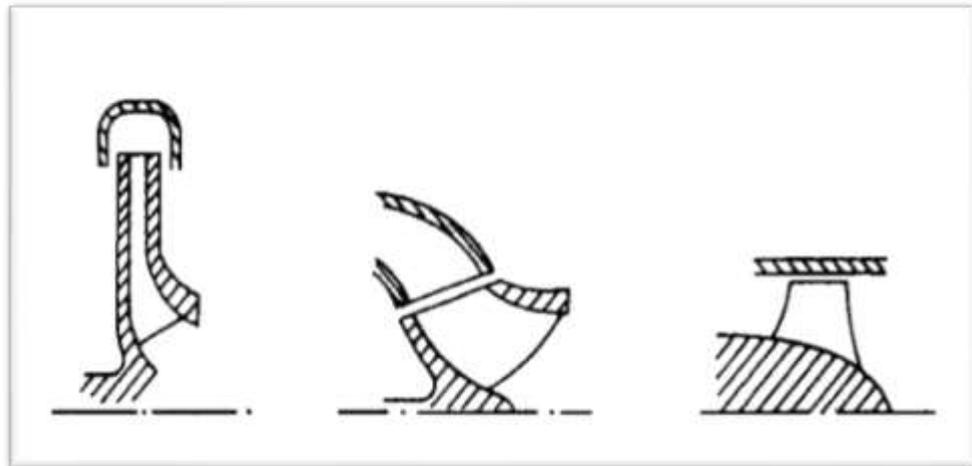


Figura 1. Tipos de bombas (Diez, 2007).

## Turbobombas

La turbobomba es una máquina hidráulica que cede energía al fluido mediante la variación del momento cinético producido en el impulsor o rodete. Atendiendo la dirección del flujo a la salida del rodete, pueden clasificarse en Centrífugas: el flujo a la salida del rodete tiene dirección perpendicular al eje (flujo radial). Axiales: dirección del flujo a la salida es paralela al eje (flujo axial). Helicocentrífugas: El flujo es intermedio entre radial y axial (flujo Mixto).

La forma del rodete y de la carcasa es variables según el tipo de bomba centrífuga, en las bombas de flujo radial el líquido entra axialmente en el rodete por la boquilla de aspiración y se descarga radialmente hacia la carcasa. En las bombas de flujo mixto el líquido entra axialmente en el rodete y se descarga en una dirección entre la radial y la axial. En las bombas de flujo axial el líquido entra y sale del rodete axialmente (Guaycochea Guglielmi, 1999).



**Flujo radial**

**flujo mixto**

**flujo axial**

Figura 2. Turbobombas (Guaycochea Guglielmi, 1999).

### **Bombas de émbolo o pistón.**

Toda bomba de pistón o de émbolo, tiene como elemento principal de trabajo un pistón que se mueve dentro de un cilindro; la succión del pistón aspira el agua y el empuje del mismo lo envía con más o menos presión por la tubería. Para ello necesitan válvulas que, por el mismo empuje del agua, cierran o abren las salidas. Las bombas de émbolo pueden ser de efecto simple o de doble efecto, según que aspiren por una sola cara o por las dos del pistón. No necesitan ser cebadas (Mancebo, 2010).

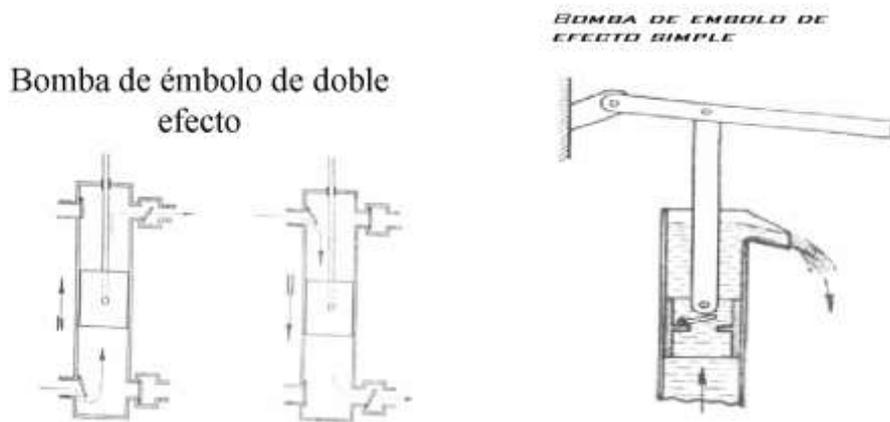


Figura 3. Bombas de embolo o pistón (Mancebo, 2010).

**Bombas de diafragma.**

Las bombas de diafragma son bombas aspirantes - impelentes, pero que trabajan solo por una de sus caras. La aspiración e impulsión se produce por medio de un diafragma deformable, que es, generalmente, un círculo de goma sujeto fuertemente en su periferia y empujado por su centro, arriba y abajo. Un par de válvulas abren y cierran alternativamente la entrada y salida. Generalmente son construidas con hierro estañado, como el estaño y la goma no son atacables por líquidos corrosivos, son adecuadas para permitir el paso de estos líquidos (Menéndez Blanco, 2017).

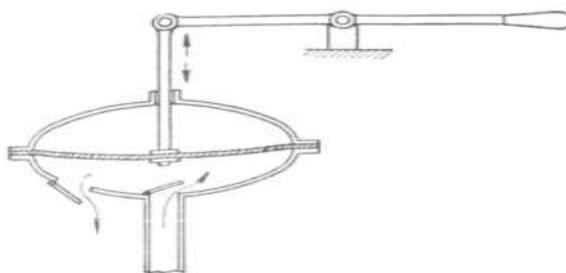


Figura 4. Bombas de diafragma (Menéndez Blanco, 2017).

## Bombas centrífugas.

Bomba centrífuga de eje horizontal:

La bomba centrífuga trabaja gracias a la gran velocidad de rotación que se instala en la bomba, consta de un disco con aletas (llamados respectivamente, rodete y álabes), que gira dentro de un tubo circular que lo rodea, más estrecho al principio que al final, y que por su forma suele llamarse “caracol”. El agua entra en el tubo de aspiración al centro del rodete; los álabes la empujan fuertemente contra las paredes del caracol por fuerza centrífuga, y el empuje de sucesivas porciones de agua hace subir a ésta por el tubo de impulsión (González Pérez, 2000).

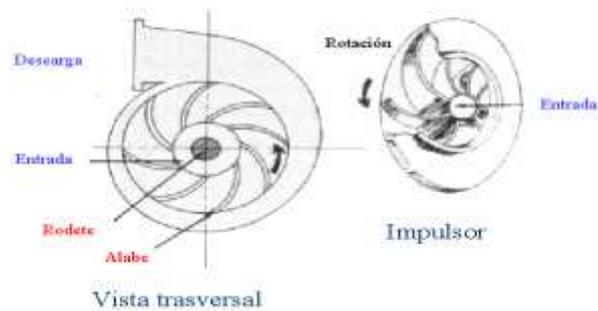


Figura 2. Bombas centrífuga (González Pérez, 2000).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Área de estudio

Este trabajo de investigación, se realizó en fundo Lucmapampa ubicado a la ribera del río Utcubamba, perteneciente al Distrito de Levanto, Provincia de Chachapoyas, Región Amazonas, está ubicado a 30 minutos de la ciudad de Chachapoyas por la carretera con destino a Leymebamba con una elevación 1800msnm y con las siguientes coordenadas latitud sur 6 14 53.58 y latitud oeste 77 50 16.73.



Figura 3. Ubicación satelital del area de experimentacion.

### 2.2. Material experimental

#### 2.2.1. Materiales de infraestructura

- ✓ Dos tubos de metal rectangulares de tres pulgadas por una pulgada de tres octavos
- ✓ Un tubo de metal cuadrado de una pulgada
- ✓ Un tubo de metal circular de una pulgada
- ✓ Una platina de una pulgada
- ✓ Un ángulo de una pulgada
- ✓ Cinco chumaceras de una pulgada
- ✓ Cuatro bisagras de tres pulgadas

- ✓ Cuatro kilos de soldadura
- ✓ Ochenta pernos de tres pulgadas
- ✓ Un piñón de moto de 17 dientes
- ✓ Una catalina de moto de 35 dientes
- ✓ Una cadena de moto
- ✓ Un metro de tubo de PVC de dos pulgadas
- ✓ Un metro de tubo de PVC de una pulgada y media
- ✓ Un metro de tubo de PVC de veintiocho pulgadas
- ✓ Dos tapones de dos pulgadas
- ✓ Cuatro reducciones de pulgada y media a tres octavos
- ✓ Tres metros de tubería de media
- ✓ Dos canicas de cristal o metal
- ✓ Un amortiguador de moto de un metro
- ✓ Un frasco de pegamento

### **2.2.2. Equipos e instrumentos usados en la construcción**

- ✓ Máquina de soldar
- ✓ Amoladora
- ✓ Taladro
- ✓ Falsa escuadra
- ✓ Trazadora eléctrica
- ✓ Guincha y Marcador

## **2.3. Metodología**

### **2.3.1. Factor A (Tuberías)**

Son las cañerías por donde va a circular el agua en pulgadas.

A1= 1/2 pulgada.

A2=3/4 pulgada.

A3=1 pulgada.

### 2.3.2. Factor B (Singularidades)

Se considera el número mínimo de singularidades necesarias, los cuales pueden ser los codos, válvula de chep y llaves de agua.

B1= 1 codo 90° y 1 válvula de chep.

B2= 2 codos 90°, 2 válvula de chep y 1 llave de agua.

B3= 2 codos 90°, 1 codo 45°, 2 válvula de chep y 1 llave de agua.

### 2.3.3. Distribución experimental

El arreglo experimento en campo, se ejecutó en un diseño en bloques completamente al azar con un arreglo bifactorial, donde se distribuyeron en nueve unidades experimentales por cada bloque donde se consideró el factor A, diámetro de tubería (1/2 pulgada, 3/4 pulgada, 1 pulgada) y el factor B (1 codo 90° y 1 válvula de chep; 2 codos 90°, 2 válvula de chep y 1 llave de agua; 2 codos 90°, 1 codos 45°, 2 válvula de chep y 1 llave de agua). Se realizó tres repeticiones para la combinación de los factores, el total de unidades experimentales fue de veintisiete. El experimento se basa en la medición del rendimiento de la bomba hidráulica prototipo en relación al caudal y la altura de impulso juntamente con las singularidades.

**Tabla 1:** Distribución de tratamientos con diferentes tipos de diámetro de tuberías y accesorios

Rep.	A1: 1/2 pulgada			A2 : 3/4 pulgada			A3 : 1 pulgada		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
2	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
3	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3

#### 2.3.4. Análisis estadístico

Los resultados se evaluaron mediante el análisis estadístico de bloques completamente al azar, con un análisis de varianza al 5 % de significancia, con la prueba de tukey al 95 % de confianza.

Para la transformación de los datos se utilizó la herramienta Arcoseno  $\sqrt{x/100}$  cuando los datos fueron expresados en porcentaje son proporciones de la muestra total, como menciona Ahens, W. H. (1990); para quien: la suma de cuadrados tipo, ya que se ordenaron a priori los tratamientos, tal como lo menciona Restrepo, (2007), para quien: la suma de cuadrados tipo I se genera por medio del método de la ordenación a priori, en el cual se efectúan ordenaciones paramétricas de interés en forma a priori, obteniéndose un cuadrado único y un análisis que contenga todas las ordenaciones por el modelo de clasificación experimental. La suma de los cuadrados tipo I se usan para probar hipótesis sobre medidas ponderadas, ajustadas o no.

#### VARIABLES ESTUDIADAS

##### Variable independiente

Diámetro de tubería y singularidades para impulsar agua del río Utcubamba

❖ Tuberías: son las cañerías por donde va a circular el agua en pulgadas.

A1 = ½ pulgada.

A2 = ¾ pulgada.

A3 = 1 pulgada.

❖ Singularidades: se considera el número mínimo de singularidades necesarias, los cuales pueden ser los codos, válvula de chep y llaves de agua.

B1 = 1 codo 90° y 1 válvula de chep.

B2 = 2 codos 90°, 1 válvula de chep y 1 llave de agua.

B3 = 2 codos 90°, 2 válvula de chep y 1 llave de agua.

### Variable dependiente

Rendimiento de la bomba hidráulica prototipo

- ❖ Caudal: es la cantidad de agua que logra llegar al reservorio
- ❖ Altura de impulso: es la magnitud hasta la cual la bomba puede impulsar al agua desde el rio.

### 2.4. Manejo del experimento

Diseño del prototipo: La idea de diseñar una bomba hidráulica esta como ejemplo una bomba de una mochila de fumigar para esto se obtuvo la bomba del mismo para revisarlo cada una de sus parte y las función que cumplía, con los conocimientos obtenido en la investigación antes mencionada procedimos a realizar el primer diseño.

**DISEÑO:** en este diseño tratamos de no perder la fuerza mecánica ya que se busca que la bomba hidráulica expulse el agua y al mismo tiempo se abastezca nuevamente del agua para tener mayor caudal.

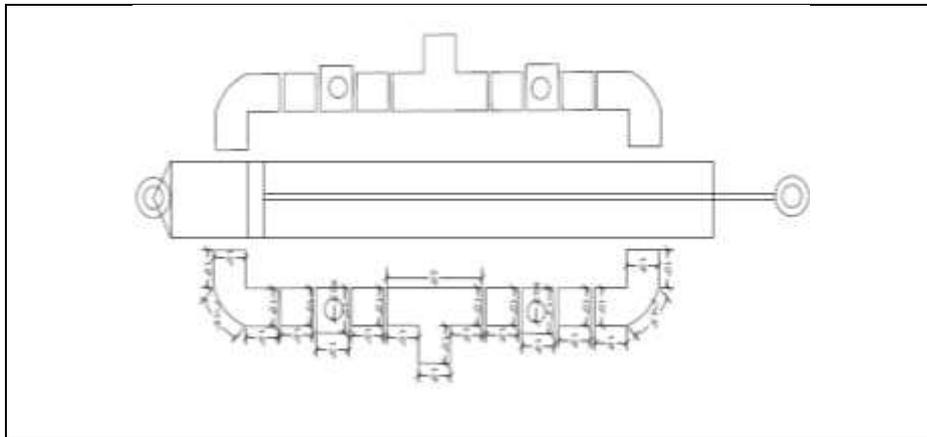


Figura 4. Diseño 1 de la bomba.

El diseño al momento de hacer una prueba se tenía inconvenientes que no se podía detectar con claridad ya que se tiene cuatro válvulas que evaluar para detectar el problema.

**DISEÑO 2:** con las mismas características tratamos de simplificar nuestro diseño obteniendo una bomba en forma de T que tiene solo dos válvulas.

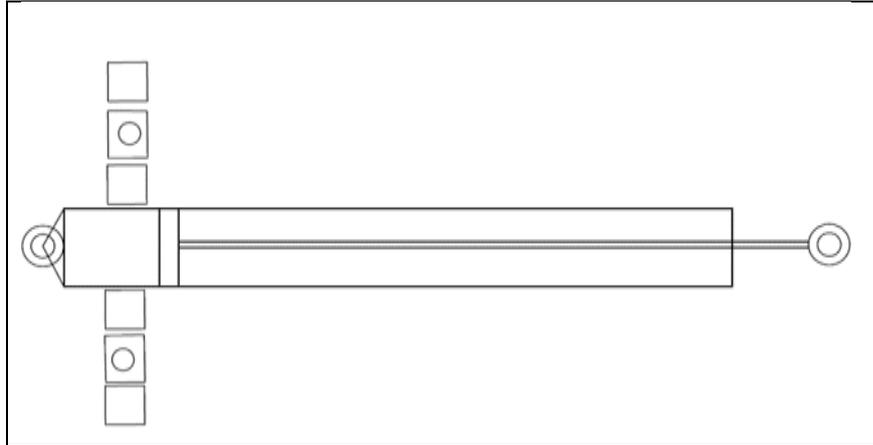


Figura 5. Segundo diseño de la bomba.

Este diseño al tener menor número de válvulas se puede detectar fácilmente el error que puede tener.

### **Volante hidráulica:**

Para la bomba hidráulica se diseña una rueda hidráulica vertical con un perímetro de tres metros de platina de una pulgada por tres octavos reforzado con un tubo cuadrado de una pulgada.

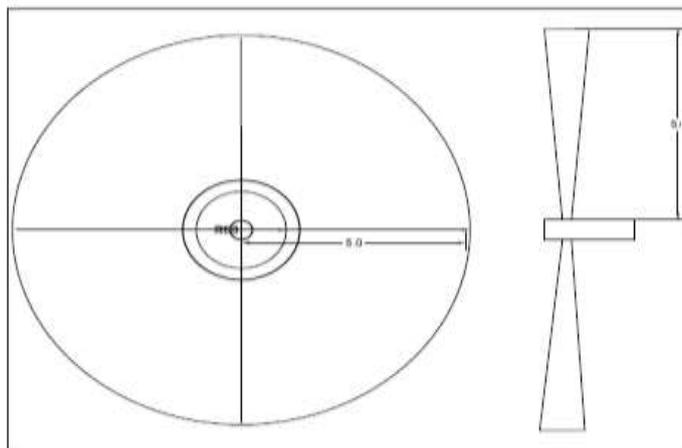


Figura 6. Diseño de la volante hidráulica.

Los álabes son de veinte por quince centímetros de tubos de PVC los mismos que están acoplados a la rueda hidráulica mediante un ángulo más una platina con pernos de una pulgada.

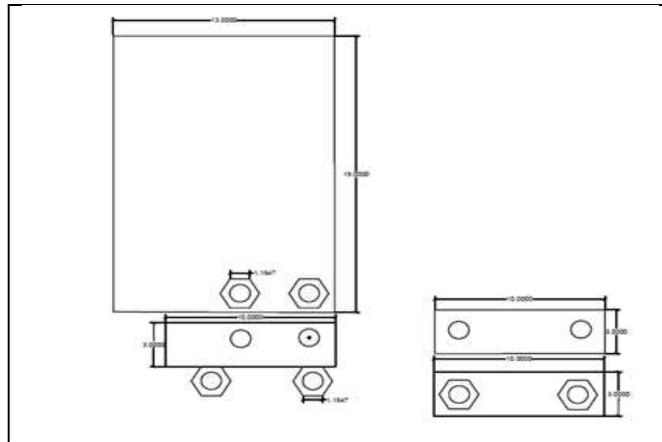


Figura 7. diseño de los álabes.

La volante hidráulica se diseña con un eje de dos metros y medio por una pulgada la misma que usa tres chumaceras de una pulgada.

**Soporte de la rueda hidráulica y de la bomba hidráulica:** el soporte está diseñado con tubos rectangulares de acero de una por tres pulgadas, tiene la forma de un caballete de construcción tanto en la parte media y las patas están articuladas con bisagras de tres pulgadas las mismas que les permitirá bajar y subir de altura de acuerdo al caudal del río.

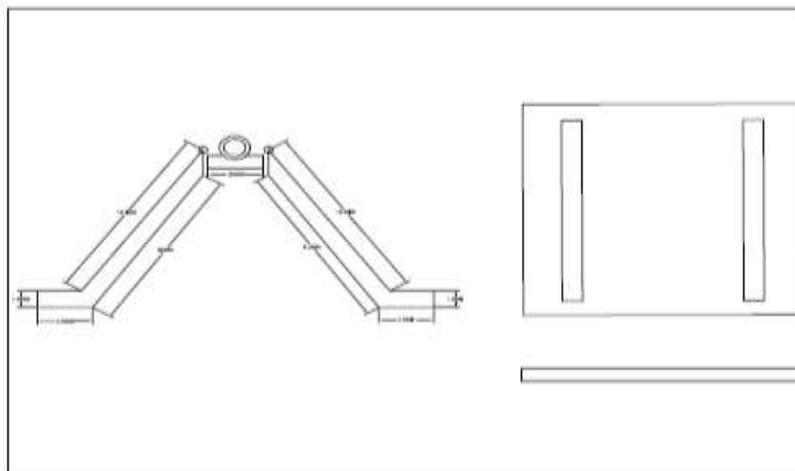


Figura 8. Diseño del soporte de la bomba.

## **2.5. Desarrollo de la bomba hidráulica prototipo en campo**

### **Ensamblaje del soporte de la bomba hidráulico**

En un taller de estructuras metálicas construimos la infraestructura de la bomba hidráulica, con el uso de una soldadora PTK 250 mAh con electrodo punta azul, amoladora pequeña, cortadora estacionaria y un taladro; teniendo todos esos equipos pasamos a habilitar cada una de las partes a ensamblar, teniendo los tubos metálicos rectangulares de 1 pulg por 3 pulg medimos 4 piezas de ochenta centímetros como también una parte de un metro.

### **El caballete**

Estas partes darán una forma de un caballete con la gran diferencia que se hacen las uniones de las patas con bisagras de 3 pulg (las bisagras son hechizas ya que ellas tienen el pin del centro más gruesas que las comunes) esto le permitirá al caballete no tener una altura estable y usarlo a la altura que se requiera para asegurarlo se vio conveniente poner al extremo de cada soporte un pieza de tubo de las mismas dimensiones de grosor con un largo de 50 cm, a este tubo de 50 cm se le ase un ojo chino de unos 40cm, dejando 5cm a cada lado, se suelda con el electrodo uniendo con la bisagra de 3 pulg que para todo el caballete se requiere de ocho bisagras. El tubo de acero que se cortó de un metro se une a los soportes de plano, encima de este mismo se pone una pieza más largo de 2.20m.

### **El eje más las chumaceras**

El eje es un fierro puro de 2.50m de 1 pulg de espesor, en este eje se ubican 3 chumaceras de una pulg estas se colocan geométricamente en una distancia de 2.20m (uno a cada extremo y uno al medio), estos se aseguran al eje con 2 prisioneros en cada chumacera.

Para unir las chumaceras al soporte en forma de caballete, primeramente, se suelda una placa de quince por cinco en el hombro del caballete, a estas placas se le hace dos orificios de ½ pulg. Se aseguran las chumaceras a las placas con un perno de ½ pulgada de grosor por 2 pulgadas de largo con una arandela, hacia abajo y su respectiva tuerca.

### **Volante hidráulico**

La volante hidráulica se construye con una platina de 3m por 1 cm de ancho, se une ambas puntas y suelda. Los álabes son pedazos de tubo de PVC de 27 pulgadas, se cortan de veinte centímetros para luego dividirlos en tres longitudinalmente obteniendo álabes de 20 por 15 cm.

Para acoplar el alavés ala volante hidráulica se usa una platina un ángulo, todos de 1 pulg, la platina se corta de 15cm lo mismo se hace con el ángulo, continuamos con hacerle un agujero a los extremos de cada pieza el ángulo se acopla a el álabes con 2 pernos pequeños, la platina de 15cm se abraza junto al aro de la volante y el ángulo que se encuentra adherida en el álabes. El aro para ser ensamblada en el eje se suelda un tubo cuadrado de una pulgada de lado a lado en forma de cruz obteniendo el centro del círculo para ser soldado en el eje de transmisión.

### **Mecanismo de fuerza hacia la bomba hidráulica**

Al extremo contrario a la volante hidráulica instalamos el mecanismo de funcionamiento y transmisión de fuerza a la bomba hidráulica. Para aumentar la velocidad de bombeo se usa una catalina de 35 dientes y un piñón de 17 dientes. La catalina está instalada en el eje de la volante y el piñón está asegurada con dos chumaceras de una pulgada con un eje de un metro que esta soldado en el caballete. En el eje del piñón a su derecha incluimos una manizuela de 20cm para anclar la bomba hidráulica.

### **Ensamblé de la bomba hidráulica**

Para la bomba es necesario tener como materiales una barra de amortiguador de moto honda 125 reciclada, en un tubo de PVC de dos pulgadas de 60 cm que se usara como cilindro, cortamos el amortiguador de moto sin dañar el retén de unos cinco centímetros, el pistón del amortiguador nos ayudará a tener esa rigidez para la bomba, en la punta del pistón colocamos una circunferencia de 2 pulg con un espesor de ½ pulg, el pistón debe recorrer suavemente en la tubería o cilindro, al cilindro se le mide unos 10 cm y se le ase un orificio justo al medio pasándolo de un lado al otro, en este orificio se instala una abrazadera con doble pico en rosca el cilindro se tapa con dos tapones, por un lado se hace un orificio pequeño para

instalar una oreja, por el otro lado se tapa con un tapón de 2 pulg se le hace un orificio por donde sale el impulsor del pistón que es la barra del amortiguador. Las válvulas se ubican a cada lado de la abrazadera, la válvula inferior permite que el agua ingrese al cilindro, pero no su retorno; se ensambla con 2 reducciones 1.5pulg a  $\frac{3}{4}$ pulg que se unen con una tubería de 1.5pulg formando un pequeño cilindro de unos 10cm, a un lado se le coloca una tubería de  $\frac{1}{2}$ pulg de 10cm con rosca al otro lado se le coloca una canica más una tubería de 30cm, para la válvula posterior se ensambla con 2 reducciones de 1pulg  $\frac{1}{2}$ pulg que se unen con una tubería de 1.5pulg de 50cm por un lado se le coloca una tubería de  $\frac{1}{2}$ pulg de 10cm con rosca por el otro lado introduce la canica y una tubería de  $\frac{1}{2}$ pulg de 60cm introduciéndolo 40cm. los lados que tiene rosca se adhieren a la abrazadera del cilindro.

Se ensamblan cada una de las partes para formar la bomba hidráulica con todas sus partes para su respectiva instalación y funcionamiento.

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los 9 tratamientos y tres repeticiones a una altura de 5m con un total de 27 tratamientos.

**Tabla 2:** resultados de cada uno de los tratamientos

Rep.	A1: ½ pulgada			A2 : ¾ pulgada			A3 : 1 pulgada		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	14	13.53	13.2	15.26	14.51	14.1	13.84	14.52	12.8
	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	Lt/min	Lt/min	Lt/min
2	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	14.17	13.64	13.5	14.87	14.64	13.8	14.06	14.1	12.3
	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	Lt/min	Lt/min	Lt/min
3	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	15.38	13.64	12.8	15.38	14.28	13.53	14.17	13.64	12.4
	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	lt/min	Lt/min	Lt/min	Lt/min

**Análisis de varianza los datos son procesados en spss**

**Tabla 3:** Análisis del factor espesor de tubería (plg) descripción

		Descriptivos							
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
volumen de agua	media pulgas	9	13,7622	,72754	,24251	13,2030	14,3215	12,80	15,38
	tres cuartos de pulgada	9	14,4856	,62710	,20903	14,0035	14,9676	13,53	15,38
	una pulgada	9	13,5811	,76313	,25438	12,9945	14,1677	12,30	14,52
	Total	27	13,9430	,78842	,15173	13,6311	14,2548	12,30	15,38
numero de singularidades	media pulgas	9	2,00	,866	,289	1,33	2,67	1	3
	tres cuartos de pulgada	9	2,00	,866	,289	1,33	2,67	1	3
	una pulgada	9	2,00	,866	,289	1,33	2,67	1	3
	Total	27	2,00	,832	,160	1,67	2,33	1	3

**Tabla 4:** análisis para el factor del espesor de tubería (pulg).

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
volumen de agua	Inter-grupos	4,122	2	2,061	4,109	,029
	Intra-grupos	12,039	24	,502		
	Total	16,162	26			
numero de singularidades	Inter-grupos	,000	2	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	18,000	24	,750		
	Total	18,000	26			

**Tabla 5:** análisis el facto número de singularidades descripción.

Descriptivos									
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
volumen de agua	1codo 90° y 1 válvula de chep.	9	14,5700	,64384	,21461	14,0751	15,0649	13,84	15,38
	2 codos 90°, 1válvula de chep y 1 llave de agua	9	14,0556	,44867	,14956	13,7107	14,4004	13,53	14,64
	2 codos 90°, 2 válvula de chep y 1 llave de agua	9	13,2033	,57650	,19217	12,7602	13,6465	12,30	14,10
	Total	27	13,9430	,78842	,15173	13,6311	14,2548	12,30	15,38
espesor de tubería	1codo 90° y 1 válvula de chep.	9	2,00	,866	,289	1,33	2,67	1	3
	2 codos 90°, 1válvula de chep y 1 llave de agua	9	2,00	,866	,289	1,33	2,67	1	3
	2 codos 90°, 2 válvula de chep y 1 llave de agua	9	2,00	,866	,289	1,33	2,67	1	3
	Total	27	2,00	,832	,160	1,67	2,33	1	3

**Tabla 6:** análisis el facto número de singularidades.

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
volumen de agua	Inter-grupos	8,576	2	4,288	13,567	,000
	Intra-grupos	7,585	24	,316		
	Total	16,162	26			
espesor de tubería	Inter-grupos	,000	2	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	18,000	24	,750		
	Total	18,000	26			

**Tabla 7:** volumen de agua y espesor de tubería

volumen de agua

espesor de tubería	Media	N	Desv. típ.
media pulgas	13,7622	9	,72754
tres cuartos de pulgada	14,4856	9	,62710
una pulgada	13,5811	9	,76313
Total	13,9430	27	,78842

**Tabla 8:** volumen de agua y número de singularidades.

volumen de agua

numero de singularidades	Media	N	Desv. típ.
1codo 90° y 1 válvula de chep.	14,5700	9	,64384
2 codos 90°, 1válvula de chep y 1 llave de agua	14,0556	9	,44867

2 codos 90°, 2 válvula de chep y 1 llave de agua	13,2033	9	,57650
Total	13,9430	27	,78842

#### IV. DISCUSIÓN

La bomba de pistón es un dispositivo sencillo que, mediante un pistón, genera condiciones de succión del flujo que permiten el bombeo de fluidos. El mecanismo del citado dispositivo es una de las formas posibles para su accionamiento (Hernandez Solis, 2017), visto el presente trabajo de investigación de la bomba hidráulica prototipo a diferente diámetro de tubería y singularidades permitió realizar la succión del agua en el río Utcubamba desde el nivel cero hacia una altura de 5m.

En la tesis diseño de bomba hidráulica de pistones accionada mediante pedaleo, “Bicibomba” obtuvo un caudal real de  $Qr = 23,14 \text{ lt/}$  (Hernandez Solis, 2017) siendo que en la investigación rendimiento de una bomba hidráulica prototipo a diferente diámetro de tubería y singularidades se obtuvo un caudal de 15lt/min.

Según la tesis “Desarrollo de una metodología integrada orientada al diseño de bombas de pistones para pulverizadores agrícolas” constituye un norte metodológico integrador en el diseño de las bombas de embolo para pulverizadores agrícolas (Gómez Bauzá, 2011), haciendo la comparación con la bomba desarrollada tiene una similitud de funcionamiento, cuando el fluido llega a la parte más alta que es de 5m por el trabajo de la bomba , se puede anexar a la tubería de  $\frac{3}{4}$  pulg un dispositivo que permita la pulverización del fluido que de igual forma nos permitiría realizar el regado por aspersion en el campo agrícola.

Según (Casas, R., 2012) que desarrollo un diseño de un prototipo de bomba coaccionada por un caudal de agua para llevar recursos hídricos a la villa nueva Veracruz el autor recurrió a un sifón para obtener mayor fuerza en el bombeo del agua, en la presente investigación no fue necesario el sifón ya que en el lugar de la experimentación no hubo problema porque el pistón realizaba una función de succión e impulsión.

Según la tesis “Diseño de un sistema hidráulico para suministrar agua al sistema de riego fundo el papayal, Bagua - 2016” concluye que el recorrido en las tuberías llega a 600 m de longitud y una diferencia de 1 m de altitud (Vaca, 2014), haciendo el análisis con la

presente investigación que en forma horizontal y lineal se llega a 500m y tomando como base el nivel del río se llega a una altura de 5m.

Vaca, (2014) en su tesis plantea como criterio que al menos tres álabes toquen el agua, con estas consideraciones se diseñó una rueda hidráulica de 0.50m de radio con un perímetro de 3m.

Según (Caceres, 2015) en un sistema de transmisión del eje de la rueda hidráulica tiene una efectividad en la impulsión de agua de un punto a otro, en tal sentido la presente investigación también se llegó a tener esta efectividad pero para ello se utilizó un sistema de transmisión por cadena con un funcionamiento simple y si hablamos de mantenimiento tal vez sea a lo mucho un mantenimiento preventivo.

En el sistema de transmisión del eje de la rueda hidráulica hacia la bomba se consideró usar el sistema de transmisión por cadena tomando como referencia las investigaciones realizadas por Casas, R, (2012) y Cáceres, (2015).

La agricultura en nuestro país carece de regadíos por la falta de tecnología y para suplir esta deficiencia existe la bomba de ariete que tiene ventajas y desventajas como lo menciona (Peralta, 2015), que para un metro de desnivel impulsa 10 m de altura, en tanto el rendimiento de la bomba hidráulica prototipo a diferente diámetro de tubería y singularidades no es necesario una pendiente, solamente se tiene que tener en el campo experimental un caudal permanente para que la rueda hidráulica esté inmersa unos 10 a 15cm de profundidad para que así procese el movimiento giratorio y a la vez genere succión e impulsión del agua, siendo que en esta bomba pues se llegó a una altura de 5m.

Las ruedas hidráulicas son máquinas motrices rudimentarias de buen rendimiento, utilizadas en haciendas, en pequeñas industrias que trabajan con 1 a 8 rpm que exigen la transmisión por correas (Macintyre, 1983), visto que en esta investigación, la bomba de pistón llegó a 15 rpm por minuto, esto va depender de varios factores como flujo de agua, si el flujo es laminar, turbulento, y diámetro de la rueda de agua.

Según Solís, (2017) en su tesis diseño de bomba hidráulica de pistones accionada mediante pedaleo, “bicibomba” usa el sistema de bomba de pistón que instala en el chasis

de una bicicleta que mediante el pedaleo logra succionar e impulsar el agua, en nuestro experimento tenemos también una bomba de pistón que es impulsada mediante una volante hidráulica los resultados obtenidos referente al caudal son similares ya que la bicibomba logra un caudal de 23.14 lt/min y en nuestra bomba se logró también un caudal de 15 lt/min con una altura de 5m.

En las investigaciones de Casas, R, (2012), Caceres (2015), que son bombas accionadas por una volante hidráulica y también el golpe de ariete en su tesis de (Peralta, 2015), el agua que genera la fuerza es apartada de su cauce para lograr un mayor salto y como consecuencia mejores resultados para su funcionamiento en nuestro proyecto instalamos directamente en el caudal del río.

Siendo así (Macintyre, 1983), define que la bomba por ruedas hidráulicas tiene ventajas porque puede trabajar con agua limpia o sucia, fácil de construir, su mantenimiento es bastante sencillo, cuando su velocidad es menor, sus depósitos se llenan con mayor facilidad en la cual nos genera un mayor aumento en el momento, cabe precisar que esta investigación tiene una semejanza a lo dicho en el párrafo anterior, quedando definido que cuando existe mayor diámetro de la tubería de succión hacia la parte vertical, tiende a aumentar el peso del fluido, la cual hace frenar el funcionamiento de la bomba, pero sí queda claro que su construcción, mantenimiento, es bien simple y práctico y llegando a una altura de 5m.

Como también (Tipismana Matos, 2012) menciona que la bomba es empleada para aumentar la presión de un líquido acrecentando energía al sistema hidráulico, para mover el flujo de una zona de menor presión a otra de mayor presión, visto lo argumentado por (Tipismana Matos, 2012) se cumple con la bomba de pistón ejecutada en la presente investigación “rendimiento de una bomba hidráulica prototipo a diferente diámetro de tubería y singularidades”, que al inicio de funcionamiento de la bomba, existe una menor presión que difiere con la presión final debido a su altura en este caso de 5 metros.

## V. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y construido una bomba de pistón, la cual se instaló en el fundo de Lucmapampa perteneciente al distrito de Levanto quedando en óptimas condiciones para iniciar las diferentes pruebas y combinaciones con las singularidades requeridas (tuberías de 1/2pulg, 3/4pulg y 1pulg; codos; válvulas de chep; llaves de paso).
- La volante genera 15 rpm esto depende del grado de caída que tiene el rio como también al tamaño de la volante (la volante hidráulica de menor tamaño se obtiene más revoluciones y más grande menos revoluciones, en consecuencia de menor tamaño menor fuerza y mayor tamaño mayor fuerza).
- Las pruebas realizadas con tuberías de  $\frac{3}{4}$  de pulgada una válvula de chep y un codo de 90 grados se tiene una mejor eficiencia en el caudal para una altura de 5 metros.
- Se observa que al aumentar el número de singularidades tenemos más resistencia a la fluidez del agua como también que la volante hidráulica opone mayor resistencia para su rotación.
- Su funcionamiento no requiere de combustible o alguna fuerza adicional (motores eléctricos o de combustión interna) y no contamina el medio ambiente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Buscar caudales que se mantengan constantes en el lugar a ser utilizados como parte de la instalación ya que si el caudal es muy fuerte puede dañar la bomba o alguna otra parte de la estructura, como también para evitar vibraciones por la inestabilidad del caudal del río.

Articular esfuerzos de las ciencias y de la sociedad para la implementación de proyectos tecnológicos y solucionar diferentes problemas de riego en la agricultura.

La eficiencia y la utilización de la bomba de pistón tienen características de construcción e instalación simples ya que el modelo de la bomba hidráulica utiliza piezas comerciales y fáciles de adquirir.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahrens, W. H. (1990). *Use of the arcsine and square root transformations for subjectively determined percentage data*. Weed Science.
- Auccacusi, D. (2014). *Análisis técnico y económico para la selección del equipo óptimo de bombeo en Muskarumi - Pucyura - Cusco usando fuentes renovables de energía*. Tesis (ingeniero mecánico). Perú, Colombia: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, pp121.
- Caceres, A. A. (2015). *Diseño y construcción de una rueda hidráulica para impulsar agua desde una vertiente con mediano caudal hacia una vivienda a 300m de distancia en Puerto Quito, recinto la Magdalena (Bachelor's thesis)*.
- Casas, R. (2012). *Diseño de un prototipo de bomba accionada con energía hidráulica para uso agropecuario en Villa Nueva Veracruz*. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Xalapa: Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, pp 88.
- Díez, P. F. (2007). *Bombas centrífugas y volumétricas*. BOMBAS CENTRÍFUGAS Y VOLUMÉTRICAS,.
- Gómez Bauzá, J. A. (2011). *Desarrollo De Una Metodología Integrada*. Holguín.
- González Pérez, J. (2000). *Modelización numérica del flujo no estacionario en bombas centrífugas: efectos dinámicos de la interacción entre rodete y voluta*. Universidad de Oviedo.
- Guaycochea Guglielmi, D. E. (1999). *Máquinas hidráulicas: turbobombas*.
- Hernandez Solis, V. M. (Noviembre de 2017). *Diseño De Bomba Hidráulica De Pistones Accionada*. Guatemala.
- Jara, C. N., Campoverde, O. E., & Pizarro, J. D. (Julio/ Diciembre de 2011). *Emplazamiento, implementación, pruebas de funcionamiento y propuestas de mejora de los sistemas de bombeo mediante rueda hidráulica y ariete multipulsor para el abastecimiento de agua para irrigación en la localidad del campus Juan Lunardi*. Lunardi - Yumacay - Paute - Azuay: Ingenius. N° 6 pp. 49-60.
- Macintyre, A. J. (1983). *Máquinas motrices hidráulicas*. Rio de Janeiro: Guanabara.

- Mancebo, J. A. (2010). *Tecnologías apropiadas para cumplir el Derecho Humano al Agua. Las bombas manuales*. Tiempo de paz.
- Menéndez Blanco, A. (2017). *Modelado numérico de bombas volumétricas de diafragma*.
- Montaño, P. E., Mogrovejo, R. C., & Quizhpe, L. G. (2007). *Diseño y construcción de un sistema prototipo para el bombeo de agua mediante energía solar*.
- Peralta, H. (2015). *Aplicación del golpe de ariete hidráulico para el aprovechamiento del agua de manantial en quequerana moho*.
- Restrepo, L. F. (2007). From pearson to Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*.
- Schiöler, T. (1994). *Bombas hidráulicas antiguas españolas*. Arbor.
- SOLIS, V. M. (2017). *DISEÑO DE BOMBA HIDRÁULICA DE PISTONES ACCIONADA*. Guatemala.
- Tipismana Matos, L. (2012). *Bombas Hidraulicas*. Perú.
- Vaca, R. (2014). *Diseño y construcción de un sistema de bombeo mediante una rueda hidráulica de alimentación inferior, para la granja de pollos Avícola Serrano. Tesis (Ingeniero Electromecánico)*. Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana, Area de la Energía, Las Industrias Y Los Recursos Naturales, No renovables.pp182.
- Vega, L. (2008). *Método de análisis comparativo dimensional y de diseño para bombas centrifugas verticales tipo pozo profundo*. Ingeniería. Vol. 12, pp. 5-15.

## ANEXOS



**Fotografía 1.** Se muestra los codos, válvulas de chep y llaves de paso usadas.



**Fotografía 2:** alavés que va ensamblada en la rueda hidráulica.



**Fotografía 3:** bomba hidráulica (succión y expulsión del agua).



**Fotografía 4:** mecanismo de transmisión.



**Fotografía 5:** estructura de la volante hidráulica y el soporte de la bomba.



**Fotografía 6:** prueba de funcionamiento 1.



**Fotografía 7:** prueba de funcionamiento 2.



**Fotografía 8:** prueba de funcionamiento 3.



**Fotografía 9:** medición del caudal y altura