



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Sistema de abastecimiento hidro- mecánico para optimizar el riego de cultivo
en Alto Cenepa – Junín 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Tovar Choque, Marcos (ORCID: 0000-0003-4555-4405)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi señor JESUCRISTO por haber permitido llegar hasta aquí pues es tu voluntad la que me conduce. A mis señores padres por haberme brindado el regalo más grande que puedo tener su (tiempo, disciplina y el temor a DIOS).

A todos mis amigos y enemigos pues de cada uno de ellos pude aprender mucho. A mi tío que en paz descansa por haber sido un amigo, un cómplice y un gran compañero de infinitas batallas.

Finalmente, a la universidad más grande del mundo, “la vida” por todas aquellas glorias y derrotas, por todas aquellas alegrías y tristezas, por todos aquellos retos y avenencias, por cada gota desplazada en mi mejilla de sudor, sangre y lágrimas. Por cada golpe y caída que me diste, pues me enseñaste que la vida no es fácil y por todas aquellas cosas que faltan aprender de ti, pues fueron aquellos momentos fragmentos del vivir que pudieron esculpir, lo que hoy se llama Ingeniero Civil.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios todo poderoso por haberme brindado la fuerza necesaria para seguir perseverante en este gran reto que es la vida.

A mis señores padres por forjarme los aprendizajes más grandes que puedan existir.

A mi asesor Dr. Gerardo Cancho Zúñiga, por su colaboración con el desarrollo de la tesis.

Página del Jurado

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Marcos Tovar Choque, identificado con DNI N° 45730027 perteneciente a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y como producto observable del trabajo de investigación para obtener el grado de titulado en ingeniería civil, ha desarrollado la tesis "Sistema de abastecimiento hidro- mecánico para optimizar el riego de cultivo en Alto Cenepa – Junín 2019".

Declaro bajo juramento que:

1. La presente investigación realizada es de mi completa autoría.
2. Se respetó las normas que demanda la universidad Cesar Vallejo, cumpliendo con citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la investigación está libre de plagio.
3. La investigación no ha sido presentada ni publicada como algún producto académico de alguna otra materia.
4. Los datos presentados en la presente investigación son reales y cada una de ellas han sido citas, respetando la norma ISO, según demanda las normas impuestas por la Universidad Cesar Vallejo en su reglamento.

De poder encontrarse alguna falta como el plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normalidad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Los olivos, julio del 2019

TOVAR CHOQUE, Marcos

DNI N° 45730027

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II MÉTODO.....	15
2.1 DISEÑO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	16
2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	17
2.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	20
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	21
2.5 PROCEDIMIENTO.....	22
2.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	23
2.7 ASPECTOS ÉTICOS.....	24
III RESULTADOS.....	28
IV DISCUSIÓN.....	67
V CONCLUSIÓN.....	72
VI RECOMENDACIÓN.....	73
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS	

RESUMEN

En la presente tesis titulado “Sistema de Abastecimiento Hidro-Mecánico para optimizar el riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín”, tuvo como objetivo general Analizar la incidencia de los parámetros de diseño del sistema y la repercusión de este en la optimización del riego; en el contenido de la presente se detalla las dimensiones y el tipo de material según la norma ISO 65. Aplicando una metodología de diseño experimental tipo aplicada, enfoque cuantitativo a nivel descriptivo. Realizamos los cálculos teóricos y empíricos basándonos en el manual de Hydraulic Ram Pumps y en la FAO 56, logrando hallar una altura de suministro de 5 m , altura de entrega de 36 m ,Ø de tubería de suministro de 2” , ángulo de inclinación de 12°, pendiente de 20 %, así mismo se determinó una carrera de la válvula de 10 mm , Ø del vástago de impulso de 12.7 mm, un espesor de válvula chek de 7.4 mm y finalmente un caudal de suministro de 47.35 Lt/m, un caudal desechado de 41.5 Lt/min y un caudal de entrega de 5.85 Lt/min. Obteniendo como resultado final una incidencia considerablemente favorable en la optimización del riego puesto que al poder aumentar el caudal de entrega este cumple con la demanda hídrica hallada en el C.U.R y el Marco de Riego. Concluyendo que, al obtener las magnitudes correctas de los parámetros de diseño de nuestro sistema, este repercute significativamente mejorando el riego del cultivo.

Palabras claves: C.U.R, FAO 56, ISO 65, Incidencia, Marco de riego.

ABSTRACT

In the present thesis entitled “Hydro-Mechanical Supply System to optimize crop irrigation in Alto Cenepa-Junín”, its general objective was to analyze the incidence of system design parameters and its impact on irrigation optimization; The contents and dimensions of the material are detailed in this content according to ISO 65. Applying an experimental design methodology applied type, quantitative approach at descriptive level. We perform the theoretical and empirical calculations based on the Hydraulic Ram Pumps manual and the FAO 56, managing to find a supply height of 5 m, delivery height of 36 m, supply pipe Ø 2”, angle of inclination of 12 °, slope of 20%, likewise a stroke of the valve of 10 mm, Ø of the impulse rod of 12.7 mm, a thickness of chek valve of 7.4 mm and finally a supply flow of 47.35 Lt / m, was determined. a discarded flow of 41.5 Lt / min and a delivery flow of 5.85 Lt / min. Obtaining as a final result a considerably favorably incidence in the optimization of irrigation since being able to increase the delivery flow this meets the water demand found in the C.U.R and the Irrigation Framework. Concluding that, by obtaining the correct magnitudes of the design parameters of our system, this has a significant impact on improving crop irrigation.

Keywords: C.U.R, FAO 56, ISO 65, Incidence, Irrigation framework.

I. INTRODUCCIÓN

Para poder explicar el contexto de este proyecto es menester explicar la **Realidad Problemática** de nuestro Perú, uno de los países con los índices de biodiversidad más altos del mundo, hoy solo es la sombra de sus años antecesores, pues producto del calentamiento global se está viendo afectado muchas de sus regiones ya sea por la falta de los recursos hídricos o por el mal uso de ellos mismos.

A si mismo estas carencias por la cual venimos atravesando, a ello sumémosle la ausencia del gobierno en las zonas más humildes de nuestras regiones, comunidades alto andinas en donde por falta de un buen manejo de los recursos y de las áreas de cultivo no se vienen desarrollando de forma eficiente; al respecto se menciona que:

Llegaron no solo para escuchar lo que los expertos tenían que informar sobre la crisis del agua en el Perú sino para contar su realidad y presentar sus propuestas y críticas. Muchos de los limeños asistentes eran parte de ese casi un millón de personas que carece de servicios de agua y desagüe en pleno Siglo XXI. Unos eran trajinados dirigentes, otros eran moradores cansados de pedir agua, de marchar exigiendo al gobierno que sus proyectos sean atendidos. Algunos eran expertos estudiosos del tema. Todos querían agua o ayudar a solucionar su crisis.

(El Comercio, 2015.parr.1,4)

En la actualidad en las zonas más humildes de nuestra sierra peruana y selva aun dependemos de la presencia de lluvias y de los ríos para poder sembrar nuestros cultivos. El presente proyecto se enfoca en poder demostrar que podemos suplir dichas necesidades hídricas con un sistema hidromecánico para mejorar los cultivos de las regiones y así poder dejar de depender directamente de las lluvias.

Este tipo de contexto reafirma Paredes (2012),” *dado sus escasos recursos económicos, no pueden solventar la implementación del sistema de abastecimiento de agua por medio de bombas accionadas por fuentes de energía no renovables, y utilizando grandes posibilidades del recurso hídrico que posee la zona, [...]*”. (pag.28).

Para ello en el proyecto de investigación se tendrá que demostrar un sistema a base del uso de la energía cinética, el empuje hidráulico, la ley de vasos comunicantes y el golpe de ariete.

Así como el cálculo de caudales la perdida por fricción, el factor de rugosidad de los materiales, la pendiente hidráulica, el cálculo de los caudales por métodos tan asequibles

como el vertedero, el flotador. A si mismo se tendrá que tener en cuenta la capacidad de los conductos, el número de tuberías con el cual se desea trabajar el número del resorte y la capacidad de empuje hidráulico que podremos lograr. De igual forma no debemos dejar de lado los estudios de sembríos y cálculo de desarenadores y capacidad de descargue que se tendrá.

Al lograr esto facilitara en riego por gravedad y evitara la dependencia de los equipos eléctricos y a gasolina. De igual forma este sistema podemos aprovecharlo para poder llevar a reservorios provisionales e idear un sistema de riego por goteo o aspersión para así no depender del factor de lluvias en los tiempos de sequias.

Para concluir nuestro objetivo en este proyecto de investigación es demostrar que el sistema hidro- mecánico es una alternativa de solución socio económica, eficiente para la problemática de abastecimiento de agua y la agricultura.

Por ello vamos a detallar algunos **Trabajos Previos** que respaldan las posturas de nuestro proyecto.

- Según Paredes, M. (2012), el mencionado autor elaboro la tesis de “DISEÑO E INSTALACION DE UN SISTEMA DE BOMBEO MEDIANTE ARIETTE HIDRAULICO EN LA COMUNIDAD DE AIRON CEBADAS”.

El presente trabajo tuvo como objetivo proyectar y ensamblar un sistema de bombeo mecánico gracias al uso del golpe de ariete. A si mismo se pretende mejorar la optimización del agua , para poder llegar dichos planeamientos se usó los sistemas de cálculo de energía cinética y uso de la ley del teorema de Bernoulli y el golpe de ariete como también se toma en cuenta el tiempo de fase , la longitud de tubería , la velocidad de onda de presión, la medida de elasticidad del líquido elemento H₂O la medida de la elasticidad de la tubería , la sobrepresión , aceleración debida a la gravedad, peso específico del agua Obteniendo, así como resultado que por el diseño realizado y los materiales utilizados se considera una vida útil de 20 años .

A si mismo los valores de la cantidad de agua de descarga, redito exceptuando del tiempo del ciclo decrecen con el aumento de elevación de desfogue del agua.

Finalmente, se puede concluir que se hizo un informe topográfico con resultados una altura de 17 m.c.a y una distancia de 36.82 m desde el lugar de la toma de agua para la bomba de ariete, una altura de suministro de 8 m y una distancia de 500 m medidos desde

el ariete hasta el punto de descarga del reservorio. Obteniendo así los resultados esperados.

- Según Pauro. R, (2016) en su tesis “DISEÑO DE BOMBA DE ARIETTE HIDRAULICO, EN LA ASOCIACION SAN MIGUEL-YACANGO. el principal objetivo determinar si el diseño de una bomba de ariete lograra cumplir los requisitos de caudal y altura necesarios para poder surtir de agua para irrigar las zonas eriazas en la asociación san miguel, para ello hubo la necesidad de realizar trabajos de campo y gabinete para determinar la altura exacta a irrigar y ubicación de puntos necesarios para su diseño, dichas medidas se levantaron con equipos sofisticado y el personal apropiado. Una vez adquirido los datos de campo se procede a evaluar el diseño de la obra a ejecutar. Este sistema bien diseñado aprovecha la geografía del terreno, la energía cinética, el potencial del agua logrando elevar 23 m que viene a ser la cota más elevada y posteriormente almacenándola así en un reservorio, queriendo lograr así un caudal de 32.467 l/min.

Finalmente se concluye que el caudal alcanzado es notoriamente pequeño ya que el caudal que se desperdicia en ciclo de oscilación de la cámara de empuje hidráulico es de 23.700 l/min y el caudal suministrado es de 8.423 l/min, lo cual nos permite formular la idea de que el ariete no cumple con las expectativas, pero debemos tener en cuenta que el ariete funciona las 24 horas y sin uso de energía eléctrica y combustible.

Según Huari. O, (2012) la presente tesis para alcanzar el grado de magister en ingeniería mecánica lleva por nombre “OPTIMIZACION DE LOS FACTORES DEL FENOMENO DE ARIETTE PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LA BOMBA DE ARIETTE”.

La presente tesis tiene por objetivo optimizar los componentes del funcionamiento de la bomba de ariete, se formuló la siguiente pregunta ¿Cómo se optimiza los factores para aprovechar un mejor rendimiento del fenómeno de ariete? la respuesta ante ello fue: interviniendo las plataformas de respuesta en función a componentes preponderantes que optimiza el resultado del ariete. Para ello en el presente trabajo se realiza un modelo empírico y siendo más exacto factorial.

Para ello los instrumentos de medición fueron una válvula de impulsión de presión conocido como ariete con un modelo factorial de 24, así como la matriz de yates. por ello resumimos que dicho modelo ofrece el más alto rendimiento en el proceso ACD que es el modelo de numeración 14, donde la elevación de operación trabaja en un su punto más

alto , la elevación en su nivel más disminuido, el captador de energía y el proveedor de energía en su nivel más elevado , ya que el modelo trabaja con un rendimiento continuo de 2.75 m de altura de abastecimiento y 10.50 m de altura de elevación , de igual forma el trabajo empírico arroja ± 0.2 por lo que se puede afirmar que no presentan indicios de complicaciones en la etapa experimental .

Por ello se puede concluir que dichas optimizaciones de los componentes del fenómeno potencian el rendimiento del ariete.

Según Gonzales, E. (2015) en su tesis de grado para obtener el título de ingeniero mecánico – electricista.” DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA BOMBA DE ARIETTE PARA UNA CAPACIDAD DE 102 LITROS POR HORA Y UNA ALTURA DE 8 METROS”

La actual tesis presenta por objetivo llegar a dar una solución tecnológica y económica de abastecimiento del líquido elemento (H₂O) para los habitantes de las casas allegadas al manantial “ojo del milagro” que viven en el distrito de characato, Arequipa –Perú.

La solución económica y tecnológica que nos brinda viene a ser el modelo de impulsión de agua mediante una bomba de ariete hidráulico, el cual fue elaborada mediante los siguientes parámetros de trabajo: desnivel inferior de 0.60 m, caudal superior q circula por las acequias cercanas 66.6 l/min. La bomba de ariete tendrá como función de abastecer de agua a los reservorios ubicados en la parte posterior de las casas a una altura de 8 m asegurando de esta forma que se pueda obtener con el caudal de agua apropiado de 102 l/hora. La inversión total del proyecto se eleva a s/ 1223.00, los cuales son costos de fabricación, costos imprevistos y costos generados por uso de máquinas y herramientas.

Este sistema brinda una tecnología ecológica con la naturaleza ya que no contaminan el medio ambiente, puesto que su motor de energía es el juego de presiones producido por la retención brusca de un fluido en transición generando de esta manera evitar el uso de la quema de combustible y el uso de electricidad.

Según Rojas, D. (2013) en su tesis de grado para obtener el título de ingeniero en gestión ambiental.” UTILIZACION DE UNA BOMBA DE ARIETTE PARA LA ALIMENTACION DE AGUA A PREDIOS RURALES, A PARTIR DE CAUCES NATURALES DE AGUA. IQUITOS – PERU”.

La presente tesis tiene como objetivo utilizar la bomba de ariete plástico como solución para el abastecimiento del líquido elemento (H₂O) en zonas alejadas concernientes a la selva baja por medio del uso de acequias naturales de agua. Como objetivo específico pretende elaborar un sistema de adaptación para una bomba de ariete plástico para su utilización en los cauces de agua natural (quebrada corrientillo).

Dentro de las herramientas a tallar vienen a ser la energía hídrica o energía hidráulica que viene a ser la cual se genera a través del uso de la energía potencial y cinética del flujo del agua, salto. De igual forma podemos mencionar que la energía cinética viene a darse cuando un cuerpo este movimiento se produce energía cinética, pero dependerá de la masa y de la velocidad con la que este se está moviendo. Y por último el fenómeno golpe de ariete que se genera en el interior de la tubería de abastecimiento de agua cuando un conducto bloquea bruscamente su recorrido a través de una válvula. el agua que recorre empuja a la compuerta cerrada y esta responde mediante una onda. Esta reacción continua hasta que el agua empuja un punto de choque y la energía acumulada generada de la onda de agua se redistribuye más uniformemente en el conducto de tuberías.

Finalmente podemos concluir que la bomba de ariete nos brinda la facilidad de elevar agua con cotas desde el nivel del río, quebrada, río, quebrada, laguna, gracias a la energía que se genera la corriente del agua.

Según Calonge, C. (2016) en su tesis de grado para obtener el título de ingeniera mecánica.

Presenta la siguiente tesis: “DISEÑO, CONSTRUCCION Y PUESTA A PUNTO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL ESTUDIO DEL GOLPE DE ARIETTE EN INSTALACIONES HIDRAULICAS”. Tiene como principal y único objetivo mejorar y ampliar el más conocido fenómeno de la hidráulica que es el golpe de ariette, ya que es uno de los fenómenos que genera con más frecuente preponderancia problemas y beneficios en el campo de la hidráulica. Por ende, se tomó la decisión de diseñar una instalación y acoplarla en el grupo actual del taller de laboratorio, en donde la mayoría de las pruebas se localizan ensambladas encima de una plataforma de pruebas y ensayos móviles desarrollados por material de aluminio. Se pretende analizar el progreso transitorio del equivalente, la forma en el que perturba a las infraestructuras hidráulicas y las técnicas que yacen para impedir su aparición.

Para ello las herramientas para la recolección de datos son los ensayos que se realiza al generador de presión, compuerta tipo esfera, compuerta moderadora de caudal, el rotámetro.

Así mismo se toma en cuenta los factores como la energía cinética, la velocidad del caudal, el caudal de avenida y el caudal de salida. Finalmente podemos concluir que, a nivel técnico, ha sido un propósito muy enriquecedor ya que, en él, se han logrado utilizar claramente conocimientos de distintos planos de la ingeniería. De igual forma, se ha comprendido todos los pasos del esquema, construcción y ensamblaje al lugar de instalación, por ende, resulta desde ya un desafío, puesto durante las diferentes etapas han surgiendo errores que hemos tenido que afrontar para poder seguir con el proyecto. Para concluir se debe mencionar que el diseño es una de las etapas más importantes, puesto que un buen diseño nos permitirá evitar futuras repercusiones en contra del proyecto a lograr. Es por ello que se mencionara las **Teorías Relacionadas al Tema**, tales como el Golpe de ariete:

Según ROMERO, (2014) *“indica que la Física reconoce el fenómeno denominado golpe de ariete o choque hidráulico, que ocurre cuando varía bruscamente la presión de un fluido dentro de una tubería, motivado por el cierre o abertura de una llave, grifo o válvula”*. (pág. 226). Durante la fluctuación brusca de la presión el líquido fluye a lo largo de la tubería a una velocidad definida como de propagación de la onda de choque.

Esto da a entender que el motor tiende a generar un golpe brusco cuando existe un cambio acelerado en el caudal del agua, provocando este fallo en este; ya que al evitar el filtro por la acelerada detención del mismo genera un impacto tremendo.

La energía cinética es uno de los más importantes factores que se tendrá que tomar en cuenta es la energía cinética, pues gracias a dicha energía es que el sistema del ariete adquirirá la fuerza de choque, fuerza capaz de poder impulsar el agua hacia arriba. Dicho impulso es el resultado de una propagación energía y presión interna que busca un desfogue temporal de la onda de impulso. por ello Raúl (2012) menciona:

La energía hidráulica o energía hídrica se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua o los saltos de agua naturales. En el proceso, la energía potencial, durante la caída del agua, se convierte en cinética y mueve una turbina para aprovechar esa energía. (pag,4, parr.2).

Por ende, la energía cinética es de vital importancia para el presente proyecto. De igual forma el Caudal de captación viene a ser el caudal de apertura del sistema de abastecimiento, dicho caudal será con el que se trabajará y recorrerá a lo largo de toda la tubería de captación hasta llegar a la bomba de ariete. El caudal de entrada es preponderante por que será el que va a producir la energía cinética necesaria para generar el impulso necesario para realizar el juego de presiones y liberar la onda de propagación. Por ello Calonge menciona que:

Una tubería de alimentación: conecta la fuente de alimentación con la bomba de ariete. Por ella se desplaza el fluido hasta llegar a la bomba con una determinada velocidad y, puesto que va a sufrir las ondas de presión producidas por los constantes golpes de ariete, deberá ser resistente y estar bien anclada. (2016, pag.29)

El **Coefficiente de Rugosidad** es uno de los valores muy importantes en el diseño del sistema hidro-mecánico, puesto que se utilizará una tubería de por lo menos 30 metros de longitud con una pendiente de 45° , el cual gracias a la velocidad por caída gravitatoria que obtendrá el líquido elemento generará la energía cinética. Pero dicha energía se verá afectada por el factor de rugosidad que generará una pérdida de presión por carga, para ello será evaluado con el coeficiente de rugosidad de Manning. Por ello Pastora sostiene lo siguiente:

La ecuación de Manning es el resultado del proceso de un ajuste de curvas y debido a su simplicidad de forma y a los resultados satisfactorios que arroja para aplicaciones prácticas, la fórmula Manning se ha hecho la más usada de todas las fórmulas de flujo uniforme para cálculos de escurrimiento. (2010, pág. 27).

La **Tubería de Descarga** es aquella que sale de la bomba del ariete elevándose así hasta el punto donde se desea tener el aprovechamiento necesario. Dando el Angulo considerable para evitar pérdidas de presión por carga.

La **válvula tipo chek** es un modelo de accesorio que brinda al contenido en el interior del fluido en una sola dirección, para luego concernientemente cerrar de forma automática para prevenir flujo regrese en la dirección contraria (contra flujo). Este mecanismo te permite pasar el fluido y restringir su retorno, permite a la bomba de ariete generar la carga

de presión y expulsar en dirección contraria al flujo toda la carga de presión acumulada. presión que será aprovechada para poder elevar el líquido elemento. Al respecto Gonzales comenta que:

“Es una válvula de compuerta que activa o detiene el funcionamiento del ariete y es un componente opcional ya que algunos arietes se diseñan para un uso continuo y hay otros que funcionan bajo determinada demanda de agua”.

(2015, pág. 27).

Válvula de choque es aquella válvula que conecta el sistema de la bomba de ariete con el medio físico exterior. Proporciona el tránsito del fluido hacia la parte exterior con la intención de brindarle el tiempo necesario al fluido que circula por el conducto de la tubería de abastecimiento a tomar aceleración, para luego este mismo se cierre de forma brusca y así para provocar el fenómeno conocido como el golpe de ariete.

De igual forma es necesario mencionar a la **cámara de aire** Viene a ser la cámara expansora entre la válvula chek anti retorno y la tubería por donde se descargará el agua. El aire que se encuentra en la cámara extrae las sobrepresiones formadas en el golpe de ariete y al mismo tiempo, permite al fluido a ser impulsado por medio de la tubería de descarga, con él se logra un caudal de descarga continuo.

Es el dispositivo que regula el flujo de agua hacia a la tubería de descarga, absorbe la sobrepresión (funciona como amortiguador de los golpes de ariete) e impulsa el agua por la tubería de descarga dando de esta forma un flujo casi continuo, logrando un nivel superior al de captación. (Gonzales,2015, pag.47)

De igual forma también se tiene que detallar la cantidad de agua o gasto que se necesitara para dicho proyecto esta información es el **Coefficiente Unitario de Riego (C.U.R):**

El coeficiente unitario de riego es el valor que mide el gasto que requiere una hectárea y va en función a muchos parámetros para su cálculo como, por ejemplo, el peso específico aparente, tensión superficial, contenido de humedad, el coeficiente global de desarrollo (Kg), control de horas de radiación por mes en función del año, coeficiente de infiltración, etc.

Tabla 1: Valores del coeficiente global de desarrollo “Kg”

Cultivo	Ciclo Vegetativo	Coeficiente global (Kg)
Aguacate	Perenne	0.50-0.55
Ajonjolí	3 a 4 meses	0.8
Alfalfa	Entre heladas En invierno	0.80-0.85 0.6
Algodón	6 a 7 meses	0.60-0.65
Arroz	3 a 5 meses	1.00-1.20
Cacahuate	5 meses	0.60-0.65
Cacao	Perenne	0.75-0.80
Café	Perenne	0.75-0.80
Camote	5 a 6 meses	60
Caña de Azúcar	Perenne	0.75-0.90
Cártamo	5 a 8 meses	0.55-0.65
Cereales de grano pequeño (alpiste ,avena, cebolla, centeno, trigo)	3 a 6 meses	0.75-0.85
Cítricos	7 a 8 meses	0.50-0.65
Chile	3 a 4 meses	0.6
Esparrago	6 a 7 meses	0.6
Fresa	Perenne	0.45-0.60
Frejol	3 a 4 meses	0.60-0.70
Frutales de hueso y pepita (hoja Caduca)	Entre heladas	0.60-0.70
Garbanzo	4 a 5 meses	0.60-0.70
Girasol	4 meses	0.50-0.65
Gladiola	3 a 4 meses	0.6

Fuente: REVISTA PERUANA GEO-ADMOSFERICA (FAO-56 Penman – Monteith)

En presente proyecto investigación es de vital importancia **el Cálculo de Caudales**, tales como el caudal en la sección del canal de abastecimiento hacia la tubería de entrada hacia la válvula, de igual forma el cálculo del caudal de la tubería de salida. para ello se optará por las opciones más factibles y económicas:

- Caudal mediante el aforo volumétrico

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

Q: caudal

V: volumen

T: tiempo

- Caudal mediante la geometría de la sección:

$$Q = V \times A$$

Q: caudal

V: velocidad

A: Área

- Calculo de la velocidad mediante el método de los flotadores

Este método es usado por lo general cuando no contamos con las posibilidades de poder usar un correntómetro para ello usamos la siguiente técnica:

- seleccionar un tramo recto del cauce entre 10 a 15 m
- medir el ancho del cauce y dividirlo entre 3, luego calcular el área de la sección transversal.

$$A = B \times H \dots\dots\dots(I)$$

A: área

B: ancho de cauce

H: altura promedio de las tres secciones

De igual forma, así como evaluaremos las ecuaciones para el cálculo de las magnitudes de nuestros parámetros de diseño, también tenemos que tomar en consideración los valores del marco de riego, puesto que dicho parámetro permitirá saber la demanda hídrica del cultivo.

Diseño Agronómico, es un parámetro que se basa en evaluar los factores de producción vegetal, tales como el clima, suelo, planta etc. Ello permitirá conocer el caudal de agua necesario para cubrir las necesidades hídricas del cultivo. como menciona

Según De los Ángeles (2000, pag.23, párr. 3), “*se evalúan todos los datos necesarios para que la instalación de riego sea capaz de suministrar con eficiencia óptima el agua a los*

cultivos en periodos de máximas necesidades, consiguiendo humedecer el volumen del suelo suficiente para un desarrollo eficiente de las raíces y un efectivo control de sales”.

A si mismo dentro de los parámetros del diseño se tiene que tomar en cuenta hallar el factor

Necesidad Neta de riego (Nn) el cual nos permite evaluar un mejor volumen de demanda hídrica para el cultivo en evaluación, ante ello Tarjuelo (2005), menciona que:

la necesidad neta de agua por los cultivos se obtiene al descontar a la evapotranspiración del cultivo (ETc), el aporte de las precipitaciones efectivas y por ascenso capilar desde una eventual napa freática. Solo se considera la ETc cuando no existe precipitación o lluvia efectiva ni ascenso capilar. Se expresa en mm/día y se determina para el mes de máxima demanda hídrica. (pag.12. parr5)

así mismo se tiene que tomar en cuenta que se está evaluando en el mes critico por ende la precipitación efectiva no se tomara en cuenta como menciona:

Pizarro (1996) indica que *“aunque en el mes de máximas necesidades, se produzca cierta lluvia que dé lugar a una precipitación efectiva, esta no debe tenerse en cuenta. Dada la alta frecuencia de riego, es improbable que siempre ocurra una lluvia en el intervalo entre dos riegos. Por lo tanto, en la mayoría de los casos se cumplirá.”*(pag.45,parr.2)

$$Nn = ETC - Pef$$

Dónde:

Nn : necesidad neta de riego

ETC: Evapotraspiracion real de cultivo

Pef: precipitación efectiva

Otro parámetro que también se debe evaluar es saber escoger el sistema de riego con el cual trabajaremos ya que dicha elección estará regido por un factor muy importante como es la

Eficiencia de Riego , dicho parámetro está regido en función al sistema de riego , puesto el valor de la magnitud a trabajar variara si es un sistema por aspersion o un sistema goteo , por gravedad ,etc. al respecto Tarjuelo (2005,pag 23,parr 5) *“define la eficiencia de riego como el porcentaje de agua bruta aplicada que es aprovechada para satisfacer las*

necesidades del cultivo y las de lavado.” , así mismo cabe mencionar que el sistema por goteo presenta un mejor valor de eficiencia puesto que evita los desperdicios de agua ya sea por percolación profunda, evaporación , etc. Por ello el valor de la *Ea* depende del método de riego, se puede considerar que utilizando riego localizado es de 85 – 90%, en riego por aspersión este porcentaje desciende hasta un 70 – 80%, y en superficie hasta aproximadamente un 60%. Los valores de esta eficiencia dependerán del manejo del riego (Medina, 2000, pág. 34, parr.3).

Ea = eficiencia de riego

Ea = 95 % para riego por goteo

Siguiendo con los parámetros de nuestro diseño agronómico debemos tener en cuenta el **tiempo de riego**, dicha magnitud puede marcar el tiempo de vida del cultivo puesto que una valoración errada de esta magnitud puede determinar la saturación de las raíces de la planta. Al respecto Jiménez (2016, pág. 16. parr.4) menciona: “el uso desmedido de las horas de riego en un sembrío puede ocasionar daños irreversibles, tales como la saturación del suelo y como consecuencia la podredumbre de la raíz.”

$$Tr = \frac{Nbt}{Qg \times \# \text{ de goteros}}$$

Dónde:

Tr: tiempo de riego

Nbt: necesidad bruta total de riego

Qg : caudal del gotero

Otro factor que también es vital tomar en cuenta para nuestros cálculos de demanda de uso consuntivo es el factor de la Evapotraspiración, siendo este el factor determinante para poder hallar la demanda hídrica, para ello nos basaremos a tres métodos siendo el primero

el **Metodo de Blaney – Criddle** dicho parámetro toma en cuenta muchos factores como el Kg que es el coeficiente global de desarrollo.

$$ETP = K_g \times F$$

Dónde:

ETP: Evapotraspiración mensual en cm

Kg: coeficiente global de desarrollo, que varía entre 0.5 y 1.2

F : factor de temperatura y luminosidad.

$$F = P \left(\frac{T + 17.8}{21.8} \right)$$

Dónde:

P: porcentaje de horas del sol del mes con respecto al año

T: temperatura media mensual del aire en °C

como se puede apreciar se requiere de información climatológica de una o varias estaciones de medición cercanas a la zona de estudio, así como información de los tipos de cultivo que se pretenden desarrollar o los que ya existen en caso de sistemas de riego en producción.

Con la latitud de cada estación climatológica se determina el porcentaje de horas de sol del mes con respecto al año (P) con la ayuda de la tabla 1.1 y en conjunto con la temperatura promedio se determina el factor de temperatura y luminosidad (F) y de conformidad con los valores consignados para el coeficiente global de desarrollo de cada cultivo, consignando los valores máximos para los meses de mayor temperatura y los valores mínimos para los demás meses, en aquellos casos en que exista un rango del coeficiente kg.

A sí mismo para poder tener un mejor entendimiento de nuestros objetivos plantearemos nuestra formulación de problemas detallando a sí los objetivos generales y específicos.

Siendo nuestro **Problema General** la pregunta **¿Cómo inciden los parámetros de diseño del sistema de abastecimiento hídrico - mecánico para la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín 2019?** De igual forma nuestro **problema específico** vendría a ser un conjunto de preguntas relacionadas con nuestras dimensiones, **¿Cuánto altera la relación de magnitudes de los factores de diseño en la optimización del riego de cultivo en alto Cenepa -Junín 2019?**.

¿Cuánto es la variación del desempeño en función a los parámetros de diseño de bomba en la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín 2019? Y finalmente **¿Cómo repercute la relación de caudales del sistema hidro-mecánico para la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín 2019?**

Finalmente preguntas como las mencionadas anteriormente no tendrían un valor significativo si no encontráramos un valor significativo como es la **justificación del estudio**. Dentro de las cuales podemos hacer mención en lo **Económico**:

El presente proyecto tiene como uno de los puntos de partida la problemática de la carencia económica de nuestro país, puesto que vivimos en una sociedad en donde las problemáticas sociales solo son nombradas para campañas electorales o beneficios propios y no del colectivo. Bajo ese contexto es que debemos enfatizar y preguntarnos **¿Qué propuesta o programas sociales tenemos como alternativas de desarrollo económico?** Y si es que las hubiese, **¿son factibles y accesibles a los sectores más humildes de nuestro país?**

Ante ello MINAGRI expone:

La situación de pobreza de la mayor parte de campesinos y pequeños productores agropecuarios se explican en parte por la utilización inadecuada y degradación de la base productiva de los recursos naturales debido a la aplicación de sistemas productivos que generan desequilibrios negativos entre el proceso de extracción y regeneración de los recursos naturales (2018, parr.2).

Finalmente mencionaremos que el presente proyecto de investigación que es el sistema de abastecimiento hidro-mecánico pretende aportar con una solución factible al manejo del recurso hídrico para la mejora de los cultivos, mediante el diseño de una bomba mecánica que impulse agua por encima de la cota de captación sin usar energía eléctrica, ni la quema de combustible , sino aprovechar las leyes de la física e hidráulica y de esa forma dejar de depender de tecnologías que no están al alcance de todos.

A sí mismo en lo **Social**:

El presente proyecto tiene como finalidad mejorar el sistema productivo agropecuario de las comunidades más alejadas y humildes, una de ellas la provincia de Satipo, en el anexo de Alto Cenepa. El cual, al facilitarle el uso del recurso hídrico en cualquier época del año, brindara la independencia agrícola para poder realizar proyectos de sembríos, puesto como se sabe en el interior de nuestro Perú profundo existen muchos lugares que están limitados a la siembra de sus terrenos por temporadas, de lluvias para ser más exactos.

De igual forma cabe mencionar que la accesibilidad de nuestro sistema hidromecánico está al alcance de lo más humildes de nuestra región y de esa forma lograr mayor productividad y desarrollo.

También para detallar la justificación **Técnica** es menester mencionar que el presente proyecto de investigación que es el sistema hidro- mecánico a diferencia de otros tipos de bombas , ya sean a combustible o energía eléctrica, este solo utiliza la energía cinética y el juego de presiones encerrados dentro de la bomba para poder impulsar el agua a nivel por encima de la cota de captación, para ello se tendrá que ubicar un lugar específico de captación e incorporar una cámara para la instalación de la bomba, se estima que el material que vamos a trabajar variara entre tuberías de 2 a 4 pulgadas de diámetro , los cuales nos generaran un caudal considerable y constante para poder ser utilizado en la producción agrícola.

dentro de los parámetros **Ecológicos** se puede mencionar que:

En la actualidad vivimos en una crisis no solo económica sino también ambiental, puesto que, pese a que somos unos de los países que contiene una mayor diversidad ecológica y fuentes energéticas, aún no hemos logrado mitigar ese impacto ambiental en nuestra sociedad. al respecto el MINAGRI menciona:

El Perú es uno de los doce países considerados como mega diversos y se estima que posee entre 60 y 70% de la diversidad biológica. Esta ventajosa situación se ha visto amenazada con un inadecuado manejo de recursos existentes llevándolo a niveles críticos de deterioro de ciertas zonas del país generando problemas de desertificación, deforestación, salinización, pérdida de tierras agrícolas, toxicidad de la vegetación, agotamiento de las fuentes de agua, degradación de ecosistemas y desaparición de especies silvestres. (2018, parr.2)

Por ende y en función a dicha problemática el proyecto de investigación aporta al cuidado del medio ambiente, puesto que no utiliza ninguna energía de combustible fósil, ni de energía eléctrica. Contribuyendo así al cuidado del medio ambiente.

Todos los parámetros anteriormente mencionados están regidos también a objetivos tanto generales como específicos que permitirán el mejor enfoque de hacia dónde queremos llegar es por ello que el **Objetivo general vendría a ser Analizar la incidencia de los parámetros de diseño del sistema de abastecimiento hidro-mecánico en la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín 2019.**

Nuestros Objetivos específicos vendrían a ser: Hallar las magnitudes de los factores de diseño y su alteración en la optimización del riego de cultivo en alto Cenepa-Junín 2019.

Hallar la variación del desempeño en función a los parámetros de diseño de bomba en la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín 2019.

De igual forma sería

Analizar los resultados de los caudales del sistema de abastecimiento hidro-mecánico para la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa – Junín.

Continuando con los parámetros a evaluar cabe mencionar que es recomendable formular de igual forma las hipótesis que serán necesarias para poder obtener un mejor entendimiento de los resultados de hacia dónde queremos llegar por ello tenemos como Hipótesis General: **Los parámetros de diseño del sistema inciden significativa y positivamente en la optimización del riego en cultivo en alto Cenepa-Junín 2019**

Hipótesis Específicas:

La relación de magnitudes de los factores de diseño altera positivamente en la optimización del riego de cultivos en Alto Cenepa-Junín 2019.

Los parámetros de diseño de bomba varían de formar considerable en el desempeño del sistema hidro-mecánico para la optimización del riego de cultivo.

La relación de caudales repercute directamente Proporcional en la optimización del riego de cultivo.

2.1 DISEÑO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto de investigación se va a utilizar el enfoque de tipo **CUANTITATIVO**, ya que se manejará dimensiones numéricas que serán asistidas mediante instrumentos del área de la estadística, así como los datos obtenidos serán siempre serán cuantificables para determinar el resultado del problema programado en función a la hipótesis propuesta, de igual forma está enfocada a resolver la necesidad con procedimientos prácticos.

Diseño de investigación

En función a los parámetros del modo operacional de investigación nuestro diseño es del **modo EXPERIMENTAL** puesto que se espera realizar pruebas experimentales que harán validar las hipótesis planteadas para la variable independiente planteada. Al respecto Ferrer. (2010) menciona que *“Esta investigación se presenta mediante la manipulación de una variable no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de escribir de qué modo y por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.”*(parr,15).

Tipo de investigación

en función a nuestro tipo de investigación podemos establecer que nuestro tipo de investigación es **Aplicada** también conocida como practica o empírica, ya que desde un inicio planteamos el problema de investigación avizorando a si la respuesta de nuestra investigación. Ante ello Rodríguez, (2008) menciona que *“La investigación aplicada viene a ser aquel tipo de investigación por el cual ya se estableció el problema, puesto que el investigador ya conoce el problema, es por ello y en función a ello que usa la investigación para resolver la respuesta a preguntas objetivas.”* (Parr,1)

Nivel de investigación:

Nuestro nivel de investigación estará basado en función a buscar las respuestas en aspectos reales, investigando los diversos fenómenos y sucesos que originan las condiciones de lo cual se desea resolver, por ello es que nuestro nivel de investigación será de tipo **EXPLICATIVA**, por ello:

Tiene como función hallar el porqué de los sucesos mediante el establecimiento de las conexiones causa- efecto. En tal orientación, los ensayos explicativos pueden orientarse de alguna forma en la investigación de las causas, así como de sus efectos, mediante la corroboración de la hipótesis planteada en un inicio (Morales,2000, parr.14).

2.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variable independiente

- Sistema de abastecimiento hidro-mecánico

Variable dependiente

- Optimización del riego de cultivo

Tabla2: Matriz de consistencia

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HIDRO-MECÁNICO PARA OPTIMIZAR EL RIEGO DE CULTIVO EN ALTO CENEPA-JUNÍN				
VARIABLE	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	DIMENSIONES
INDEPENDIENTE	PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	Factores de diseño hidráulico
sistema de abastecimiento hidro-mecánico	¿Cómo incide los parámetros de diseño del sistema de abastecimiento hidro-mecánico para la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa - Junín 2019 ?	Los parámetros de diseño del sistema inciden significativa y positivamente en la optimización del riego en cultivo en alto Cenepa-Junín 2019	Analizar la incidencia de los parámetros de diseño del sistema de abastecimiento hidro-mecánico en la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa - Junín	
DEPENDIENTE	PROBLEMA ESPECIFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	OBJETIVO ESPECIFICO	Parámetros de diseño de bomba
Optimización de Riego de cultivo	¿Cuánto altera la relación de magnitudes de los factores de diseño en la optimización del riego de cultivo en alto Cenepa - Junín 2019?	La relación de magnitudes de los factores de diseño alteran positivamente en la optimización del riego de cultivos en Alto Cenepa-Junín 2019.	Hallar las magnitudes de los factores de diseño y su alteración en la optimización del riego de cultivo en alto Cenepa-Junín 2019	
	¿Cuánto es la variación del desempeño en función a los parámetros de diseño de bomba en la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín 2019?,	Los parámetros de diseño de bomba varían de forma considerable en el desempeño del sistema hidro-mecánico para la optimización del riego de cultivo.	Hallar la variación del desempeño en función a los parámetros de diseño de bomba en la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín 2019.	
	¿Cómo repercute la relación de caudales del sistema hidro-mecánico para la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa-Junín 2019?	La relación de caudales repercute directamente Proporcional en la optimización del riego de cultivo.	Analizar los resultados de los caudales del sistema de abastecimiento hidro-mecánico para la optimización del riego de cultivo en Alto Cenepa – Junín.	Análisis de caudales

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: *Matriz de operacionalización*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO HIDRO-MECÁNICO	"Un correcto diseño del sistema de abastecimiento de agua potable conlleva al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población .por esta razón un sistema de abastecimiento de agua potable debe cumplir con normas y regulaciones vigentes para garantizar su correcto funcionamiento"(Cardenas.2010,p.1)	La variable del sistema de abastecimiento hidro-mecanico presenta tres dimensiones ,estas serán medidas mediante los requerimientos que nos indican en las normas existentes y las leyes de la física e hidráulica.	FACTORES DE DISEÑO HIDRAULICO	Ø TUBERIA DE ABASTECIMIENTO	ECUACIÓN DE PROPORCIÓN L/D CALVERT
				ALTURA DE SUMINISTRO	ECUACION D EPROPORCION MANUAL SB.WATT
				PENDIENTE Y ÁNGULO DE INCLINACION	MEDICION EN CAMPO
			PARAMETROS DE DISEÑO DE BOMBA	CARRERA DE LA VALVULA DE IMPULSO	INTERVALO DE ESTRANEAO -CONSORTI
				DIAMETRO DEL VASTAGO DE IMPULSO	ECUACION DE COLOMBO
				ESPOSOR DEL PIE DE VALVULA CHECK	ECUACION DE NEKRASOR
			ANÁLISIS DE CAUDALES	CAUDAL DE ENTREGA	ECUACION DE DISEÑO HIDRAULICO
				CAUDAL DE SUMINISTRO	ECUACION DE CONTINUEDAD
				CAUDAL DE DESECHADO	ECUACION DE DISEÑO HIDRAULICO
				POTENCIA	ECUACION DE DISEÑO
OPTIMIZACIÓN DE RIESGO DE CULTIVOS	"Con la ejecución del programa de mecanización se pretende elevar la productividad del campo con el propósito de garantizar la seguridad alimentaria a las generaciones venideras. tiene como meta mecanizar al año 2011 alrededor de 134.400 ha cultivos"(MINAGRI,2018,pa	La variable de la optimización del riego de cultivo presenta tres dimensiones ,esta serán medidas mediante los ensayos, formulas contemplados en el C.U.R.	MARCO DE RIEGO	DISEÑO AGRONÓMICO	METODO FAO 56
				FRECUENCIA Y TIEMPO DE RIEGO	METODO FAO 56
				VOLUMEN DEMANDADO	METODO FAO 56
			EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETP)	MÉTODO DE BLANEY-CRIDDLE	CALCULO DE HIDROLOGIA (FAO 56)
				MÉTODO DE THORNTWA	CALCULO DE HIDROLOGIA (FAO 56)
				MÉTODO TURC	CALCULO DE HIDROLOGIA (FAO 56)
			COEFICIENTE UNITARIO DE RIEGO (CUR)	LAMINAS DE RIEGO VOLUMEN ACUMULADO	CALCULO DE HIDROLOGIA

Fuente: Elaboración propia

2.3 POBLACIÓN, MUESTRA

Población

Según Hernández, Fernández y Batista (2010) señalan que: “la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de descripciones y suelen estar organizada por personas u entidades que dada sus características comunes como contenido lugar y tiempo dan origen a la investigación” (pag.173, parr.3). De acuerdo a lo mencionado, nuestra población será las áreas de cultivo de la Comunidad Nativa de Alto Cenepa, provincia de Satipo, región Junín, puesto que dicha comunidad debido a las características de sus necesidades básicas y al relieve en el cual desarrollan su agricultura representan un común denominador. El antes mencionado se encuentra ubicado en el km 235 de la carretera Federico Basadre en la ruta hacia la ciudad de Mazamari, intersección con el puente Ricardo Palma, con coordenadas UTM de 11° 2' 46" latitud Sur y 74° 33' 02" longitud Oeste

Muestra

Citando a Balestrini (2003,pag4,parr.3) menciona que “es un conjunto de objetos y sujetos oportunos de una población a saber que una parte de la población es definida como un conjunto de elementos que tienen la misma característica.” Para efectos de nuestra investigación, nuestra muestra viene a ser en específico una parcela con un área de cultivo de 10 000 m² ubicada en el Anexo de Alto Cenepa, en donde se optimizará el riego de cultivo de maíz. Así mismo (Lopez,2004, parr.5) menciona que “*es una sub división o parte de un todo o población en el que se realizara la investigación*”.



Fig. 1: Charla de capacitación del sistema Hidro-Mecánico

Fuente: Elaboración propia

Pobladores de la comunidad nativa de Alto Cenepa, que serán beneficiados con sistema Hidro-Mecánico para optimizar el riego de sus cultivos, la imagen muestra la charla de asesoría brindada por mi persona para el uso del sistema.



Fig.2: Área de cultivo

Fuente: Elaboración propia

Parcela en donde optimizara el riego mediante la impulsión de agua con el sistema de abastecimiento hidro-mecánico, dicha parcela se extiende hasta la parte inferior de la quebrada Samaná que en promedio son 10 000² de terreno cultivable.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Técnicas:

El presente proyecto de investigación tiene como técnicas de recolección de datos: Pruebas experimentales realizadas en campo y la aplicación de las teorías relacionadas a la hidráulica, ensayos, fotografías, videos, libros, documentos, entrevistas, cuadros estadísticos, ensayos probabilísticos, tesis. Ante ello menciona Para Valderrama (2019, p. 194), “teniendo en cuenta el problema de la investigación y la hipótesis, se pasa a la siguiente etapa el cual consiste en recolectar datos pertinentes de campo, variables de la unidad de análisis.

Instrumentos:

Para el proyecto de investigación utilizamos como instrumentos de investigación la ficha de recolección de datos, ficha cuyos resultados serán obtenidos en campo de forma empírica y también de forma teórica según las teorías de la hidráulica, así mismo fuentes de orígenes web, Tesis a fines al tema, libreta de apuntes, computadora, cámara filmadora, cámara fotográfica. Fórmulas como la de Hazem William para el cálculo de caudales, el diagrama de Moody, cálculo de pendientes, Torricelli, la ley Continuidad, la Energía potencial gravitatoria, energía Cinética, Bernoulli, etc.

para Figueroa, D. (2005), *“los instrumentos de investigación vienen hacer aquellos medios que sirven como herramientas para poder adquirir la información necesaria para lograr el objetivo del proyecto.”* (parr.12)

Validez y confiabilidad:

La validez del presente proyecto de investigación se realiza mediante fuentes confiables, las cuales nos brindan el soporte profesional y técnico para poder validar los presentes ensayos, pruebas experimentales, esquemas, anotaciones, cálculos empíricos y matemáticos. para ello estaremos respaldado mediante tablas y estándares internacionales en cuanto a los factores que determinan los fenómenos de la hidráulica. Para ello se pone a prueba la validación de expertos para nuestra tabla N 13 y N 12 que representa dicho fin.

Tabla 4: Rango y magnitud de validez.

Rangos	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

Fuente: Llerena 2017.

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable 01	1	1	1	1
Variable 02	1	1	1	1
Promedio total				1

Tabla 5. *Coefficiente de validez por juicio de experto*

Fuente: Llerena ,2017.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

En la presente investigación los datos que se obtendrán serán plasmados y tendrán un análisis comparativo que se manifestarán mediante gráficos, tablas, celdas; con la intención de tener un control y monitoreo de los ensayos experimentales.

Para ello se evaluará las dimensiones de nuestra variable independiente puesto que representa los parámetros más importantes.

- a) Se tomará los registros de los factores de diseño siendo este el diámetro de tubería de abastecimiento, la altura de suministro, la pendiente y el ángulo de inclinación.
- b) Se desarrollará el cálculo de los parámetros del diseño de la bomba de impulsión, siendo estos la carrera de la válvula, el diámetro del vástago de impulsión y el espesor del pie de válvula check.
- c) Se verificará los resultados de los caudales de abastecimiento, suministro y el más importante de todos el de entrega.

Finalmente evaluaremos las dimensiones de nuestra variable dependiente puesto que ello nos indica la demanda hídrica de la zona de estudio.

- a) Evaluaremos las características de la zona de estudio tales como el área de cultivo, factores meteorológicos, factores geotécnicos
- b) Evapotranspiración, valor que hallaremos mediante el promedio de los métodos de Blaney-criddle, Thorwntwaite y Turc.
- c) Finalmente, el C.U.R

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

El presente proyecto de investigación pretende honrar las memorias de los autores que fueron parte de este proceso de investigación, autores cuyos aportes fueron parte fundamental para poder lograr dicho proyecto. Tomando en cuenta lo mencionado el presente proyecto de investigación tendrá un filtro mediante el software turnitin, el cual brindará la conformidad de originalidad del caso.

II. RESULTADOS

ANÁLISIS Y RESULTADO

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

La zona de proyecto para nuestro presente trabajo de investigación está determinada como la selva central de la región de Junín, en lugar se ha establecido la economía a través del comercio, el turismo, la agricultura y la ganadería. Cabe mencionar que nuestra zona de proyecto en específico es la comunidad nativa de Alto Cenepa, lugar en donde se desarrolla la agricultura de forma convencional.

3.1.1 UBICACIÓN

La ubicación de nuestra zona de proyecto comprende en la región de Junín, provincia de Satipo, distrito de Rio negro, en la comunidad nativa de Alto Cenepa, aproximadamente en el km 235 de la carretera tramo N 2 del corredor vial interoceánico centro, siguiendo la ruta hacia la ciudad de Mazamari, intersección con el puente Ricardo Palma.

Las coordenadas UTM son 11° 2' 46" de latitud Sur y 74° 33' 02" longitud Oeste

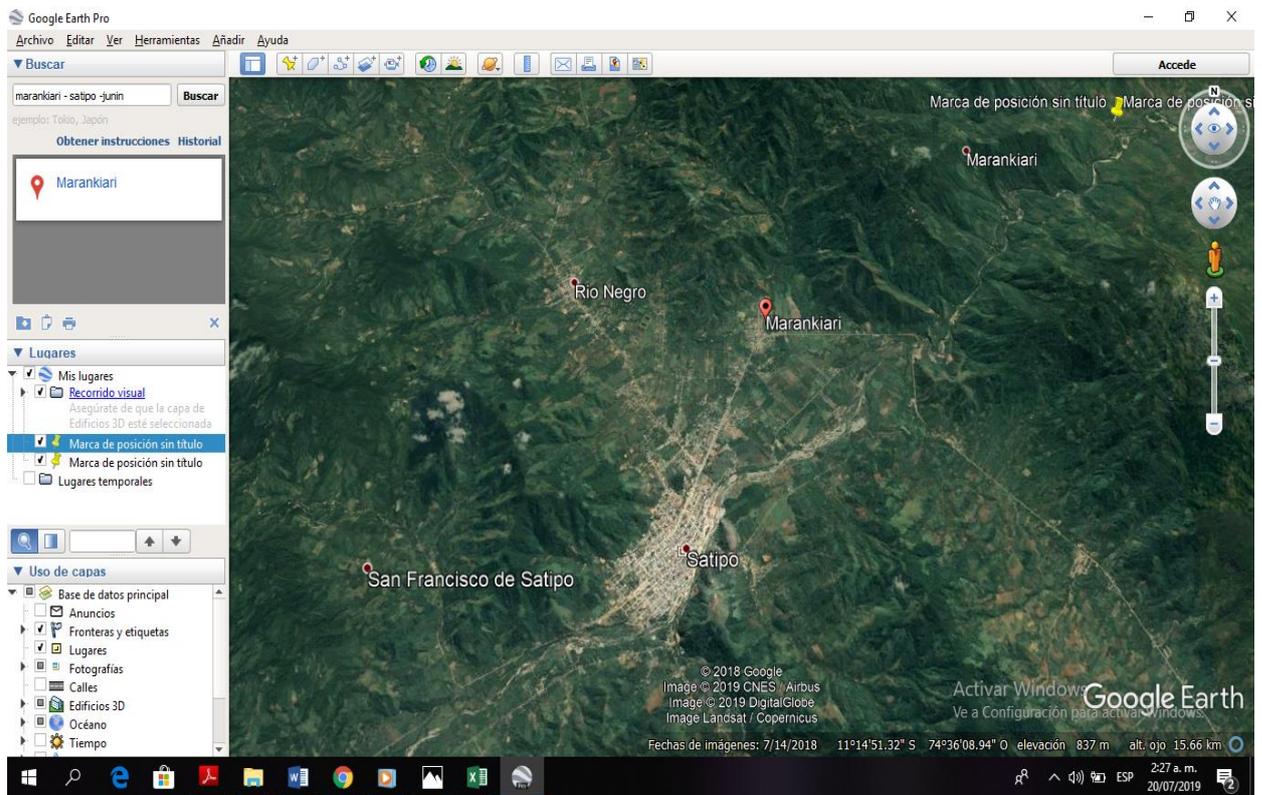


Fig. 3: Mapa de ubicación de la zona de proyecto

Fuente : Google Earth

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

En las características de la zona de nuestra zona de estudio detallaremos los factores del clima, el tipo de suelo, la precipitación, la incidencia solar, para poder determinar a futuro un correcto cálculo del C.U.R.

a) **tipo de cultivo**

Dentro de los tipos de cultivos que podemos producir en la región de Satipo son los árboles frutales: tales como la naranja, la mandarina, la piña, la papaya, la caña, el limón, la lima, el tangelo, el plátano isla o seda, así como también el verde morada, el sapote, el coco. Así como también existen el cultivo de café, yuca, maíz etc.

Frutos y hortalizas que son cultivables en dicha región, pero que también dependen de los dos factores tal como es el Clima y el tipo de Suelo, factores importantes que debemos de tener en cuenta puesto en función al tipo de clima podremos calcular las avenidas máximas, dichos datos nos permitirán realizar un mejor calculo en cuanto a caudales máximos.

El tipo de suelo, de igual forma porque nos permitirá poder conocer la capacidad de filtración ya sea para un suelo limoso arenoso, limoso arcilloso, arena, el cual podremos determinar coeficiente de infiltración, el coeficiente de aprovechamiento radicular, la lámina de riego.

b) **tipo de clima**

El tipo de clima que viene a ser el SUB TROPICAL HUMEDO, es vital para poder determinar nuestros caudales, para ello se tomara en cuenta la precipitación, según los estudios realizados un día mojado se puede definir como aquel que recibe por lo menos 1 milímetro de precipitación. De igual forma debemos de evaluar la variación mensual de la precipitación acumulada de un periodo de 31 días, es por ello que se menciona que la región de Satipo tiene una variación considerable. Así mismos estudios realizado por estaciones pluviométricas menciona “el régimen pluviométrico de la provincia de Satipo es de tipo mono modal, con precipitaciones máximas entre los meses de octubre a marzo y precipitaciones pequeñas en julio y agosto; es decir, que se destacan dos períodos durante el año, uno lluvioso estival y otro invernal con precipitaciones escasas” (SENAMHI,2008, pag.24, parr.2)

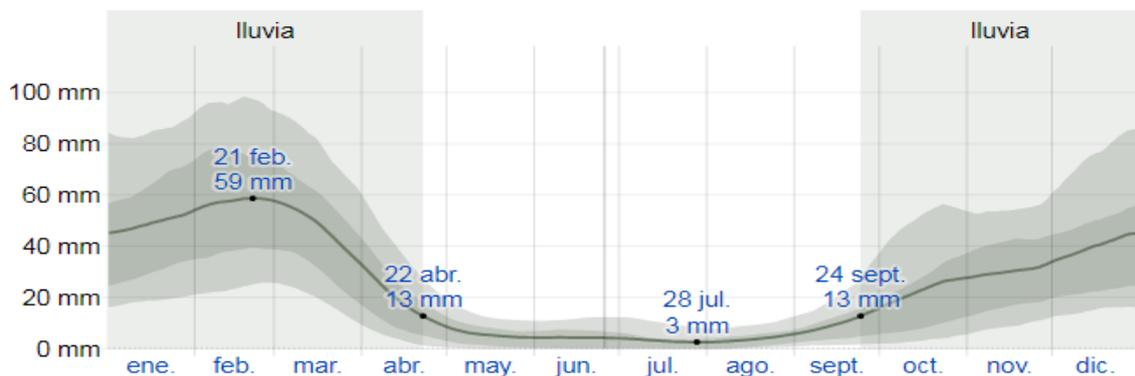


fig.4: Precipitación de lluvia mensual promedio

Fuente: WEATHERSPARK

la presente imagen nos muestra la probabilidad de precipitación promedio en la región de Satipo a si mismo detalla los meses en donde la temporada de avenida dura en promedio 7 meses desde el 24 de septiembre al 22 de abril, con un promedio de 31 días de precipitación de 13 milímetros.

c) incidencia solar:

la incidencia solar es también un factor muy importante puesto que nos permitirá conocer las olas de calor que afectaran nuestro terreno en evaluación, ya que nuestro cálculos están basado también en la EVAPOTRASPIRACION que es un factor que es parte del USO CONSUNTIVO que es la cantidad de agua requerida para la formación de tejidos, la



Fig.5: Horas de luz natural

Fuente: WEATHERSPARK

cantidad de agua que transpira y el porcentaje que se evapora en el suelo.

periodo de día en Satipo no varía notoriamente alrededor del año, en promedio solo tiene una variación de 47 minutos de las 12 horas diarias de incidencia solar diaria.

d) factores geotécnicos

tipo de suelo:

Para poder determinar un buen cálculo de caudales máximos para los diseños de nuestros canales o cualquier otro sistema de irrigación que podamos disponer, es necesario tener en cuenta con qué tipo de suelo vamos a trabajar puesto que de este depende la capacidad de infiltración y los valores que se adoptaran al momento del cálculo del **C.U.R.**, en donde se tomara en cuenta los valores **de KI (coeficiente de infiltración), el Kr (coeficiente de aprovechamiento del agua en la zona radicular).**

Así mismo tomar en cuenta el porcentaje de PH del suelo que viene a ser la medida del suelo según Pro Amazonia, (2003) menciona:

“El pH que es la medida de la acidez del suelo, debe estar, según algunos especialistas, entre 4,5 – 5,5; estos valores indican que el terreno es predominante a suelos ácidos. Las zonas de VRAE, Jaén, Satipo, Villa Rica, Oxapampa, San Juan del Oro, Lamas, Moyobamba y Rioja, cuentan con suelos adecuados en pH (4,5 –5,5). Rodríguez de Mendoza es la zona que cuenta con mejores suelos con un pH de 6,2. Mientras que las zonas de Utcubamba, Bagua, San Ignacio, Quillabamba, Tingo María, Chanchamayo y Tocache cuentan con un pH menor a 4,5, indicando presencia de toxicidad de aluminio en el complejo de cambio y que dificulta el desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes. (parr.7)”

De igual forma debemos de tomar en cuenta la saturación de los suelos presentes en la región JUNIN ello nos conlleva a poder tener una mejor estimación de nuestro cálculo del C.U.R. Por ello es que debemos de clasificar el tipo de suelo, su porosidad y su capacidad de absorción.

Tabla 6: Tipo de suelos según sus propiedades físicas.

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	RANGO	MEDIA	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR
Arena	%	44.48	73.86	29.38	54.62	51.97	8.7
Arcilla	%	0.86	18.62	17.76	9.3	8.43	5.1
Limo	%	17.71	50.22	32.51	36.08	37.25	8.34

Fuente: INIA (instituto nacional de innovación agraria)

En la presente tabla se puede observar el tipo de suelo según sus propiedades físicas y sea arena, arcilla o limo, en función a los resultados obtenidos de la tabla podemos observar una predominancia de arena y limo en los suelos de la región Satipo, lo cual nos permite concluir que el suelo predominante es de un promedio de textura franco arenoso.

Caudal necesario o gasto

Uno de los factores por no decir el mas importante de todos es poder determinar el caudal necesario o el gasto requerido que necesita nuestra parcela en evaluación, ya que solo podremos saber si el diseño de nuestro sistema de abastecimiento HIDRO-MECANICO cumple con las expectativas necesarias para poder satisfacer la demanda Hídrica de nuestra muestra, para ello se debe tomar en cuenta a la evapotranspiración y el C.U.R.

3.2 ESTUDIOS PREVIOS

EVAPOTRANSPIRACIÓN

la evapotranspiración viene a ser el factor que mide la capacidad del fluido que transpira la planta, más la cantidad del fluido que se evapora en el terreno y la cantidad de agua que necesita para poder formar los tejidos de las plantas.

Los factores que intervienen vendrían a ser la textura del suelo, el tipo de cultivo, el clima, la precipitación, temperatura, radiación solar, latitud.

Calculo del Coeficiente Unitario de Riego (C.U.R)

Una herramienta muy útil para definir el gasto necesario para diferentes áreas de cultivo es el coeficiente unitario de riego o también conocido como él (C.U.R) , el cual se determina en litros entre segundo y entre hectárea (lt/s/ha), es decir cuántos litros /segundo requiere una hectárea de un determinado cultivo. La principal utilidad en la determinación del C.U.R es el de determinar el gasto de conducción necesario para los cultivos y poder determinar la capacidad de conducción de los conductos a utilizar para el riego, es decir poder diseñar los canales de conducción. como la evapotranspiración Potencial (ETP) es prácticamente similar al uso consuntivo, es práctica común calcular el ETP y utilizarla para definir el C.U.R

A continuación evaluaremos el cálculo del C.U.R , mediante los tres métodos más conocidos como es el de Blaney – Criddle (1977), Thornthwaite (1948) y Turc

3.3 ESTUDIOS DE CAMPO

Método de BLANEY – CRIDDLE

Tabla 7: *Matriz de ciclo vegetativo*

11° 2'46"	CICLO VEGETATIVO (días)		FECHA DE SIEMBRA		SUPERFICIE DE RIEGO (ha)	
CULTIVO	1er CICLO	2do CICLO	1er CICLO	2do CICLO	1er CICLO	2do CICLO
CÍTRICOS	Perenne	Perenne	1/01-31/12		5	5
MAÍZ	Perenne	Perenne	1/01-31/12		7	5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla numero 7 podemos definir los ciclos vegetativos de los tipos de sembríos de los cuales fueron escogidos en función a las fechas de siembra el número de hectáreas, el número de meses si en caso no fuese perenne. Para este caso se optó por un sembrío de típico de la región en evaluación que es el cítrico y el maíz.

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
T media(C°)	15.107	16.143	18.426	20.645	22.352	21.824

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
20.037	19.621	19.627	18.544	16.851	15.758

Tabla 8: *Valores de temperatura medio anual*

SIEMBRA	
CÍTRICOS	5
MAÍZ	7

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla número 8 se puede apreciar las temperaturas medias anuales para cada mes del año, dichas valores se tomarán en cuenta para el posterior cálculo de ETP, necesario para poder llegar al valor del coeficiente unitario de Riego (C.U.R).

Interpolamos 11.06 grados

Meses	Latitud norte		P	F	VALOR DE KG		ETP(cm)		ETP (cm)
	10	15			Interpolado	CITRICOS	Maíz	Cítricos	
ENERO	8.13	7.94	8.090252	12.212	0.5	0.6	6.106	7.327	13.433
FEBRERO	7.47	7.36	7.446988	11.595	0.5	0.6	5.798	6.957	12.755
MARZO	8.45	8.43	8.445816	14.035	0.65	0.7	9.123	9.824	18.947
ABRIL	8.37	8.44	8.384644	14.787	0.65	0.7	9.611	10.351	19.962
MAYO	8.81	8.98	8.845564	16.292	0.65	0.7	10.590	11.404	21.994
JUNIO	8.6	8.8	8.64184	15.708	0.65	0.7	10.210	10.995	20.210
JULIO	8.86	9.05	8.899748	15.447	0.65	0.7	10.040	10.813	20.853
AGOSTO	8.71	8.83	8.735104	14.994	0.65	0.7	9.746	10.496	20.242
SPTIEMBRE	8.25	8.28	8.256276	14.175	0.65	0.7	9.214	9.922	19.136
OCTUBRE	8.34	8.2	8.310712	13.855	0.65	0.7	9.006	9.699	18.705
NOVIEMBRE	7.91	7.75	7.876528	12.520	0.65	0.7	8.138	8.764	16.902
DICIEMBRE	8.1	7.88	8.053976	12.398	0.5	0.6	6.199	7.439	6.199

Tabla 9: *Resultados de evapotranspiración-Sistema de riego*

En la tabla numero 9 podemos observar los resultados obtenidos del factor de temperatura y luminosidad (F), el factor (P) interpolado que vendría a ser nuestro porcentaje de horas del sol del mes, de igual forma el factor de Evapotranspiración (ETP), que para nuestro caso sería de 21.994 cm el acumulado mayor para el mes de mayo.

Método de THORNTWAITE

Tabla 10: Resultado de la evapotranspiración “ETP”

Fuente: elaboración propia

ALTO CENEP- JUNÍN	11°2'46"	11.046	a	1.957
------------------------------	----------	--------	----------	-------

MÉTODO DE THORNTWAITE								
MES	10	15	T	i	ETP'	d	N interpolado	ETP
			(°c)		(mm)		11°2'55"	
ENERO	11.6	11.4	15.107	5.334	44.826	31	11.442	44.165
FEBRERO	11.8	11.6	16.143	5.897	51.039	28	11.642	46.214
MARZO	12.1	12.1	18.426	7.205	66.119	31	12.100	68.892
ABRIL	12.3	12.4	20.645	8.558	82.598	30	12.379	85.207
MAYO	12.6	12.8	22.352	9.652	96.491	31	12.758	106.007
JUNIO	12.7	13	21.824	9.309	92.081	30	12.937	99.273
JULIO	12.6	12.9	20.037	8.180	77.904	31	12.837	86.118
AGOSTO	12.4	12.6	19.621	7.924	74.770	31	12.558	80.857
SEPTIEMBRE	12.2	12.2	19.627	7.928	74.815	30	12.200	76.062
OCTUBRE	11.9	11.8	18.544	7.275	66.950	31	11.821	68.149
NOVIEMBRE	11.7	11.4	16.851	6.293	55.511	30	11.463	53.026
DICIEMBRE	11.5	11.2	15.758	5.686	48.684	31	11.263	47.216
I=				89.240				

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se observa el cálculo de la Evapotranspiración mediante el método de THORNTWAITE, en el cual podemos observar los valores interpolados de los porcentajes interpolados de los índices de horas del sol de cada mes con respecto al año. Así mismo se puede detallar el grado interpolado en función a la latitud. Finalmente podemos observar el ETP elevado para el mes de mayo.

Método de TURC:

Tabla 11: Resultado de la evapotranspiración “ETP”

MÉTODO TURC				
MES	T	a´	Ri	ETP TURC
	(°c)		Lagleys/día	
ENERO	15.107	0.40	365	83.295
FEBRERO	16.143	0.37	430	92.059
MARZO	18.426	0.40	485	117.967
ABRIL	20.645	0.40	510	129.737
MAYO	22.352	0.40	490	129.258
JUNIO	21.824	0.40	485	126.829
JULIO	20.037	0.40	505	126.958
AGOSTO	19.621	0.40	445	112.214
SEPTIEMBRE	19.627	0.40	400	102.026
OCTUBRE	18.544	0.40	395	98.403
NOVIMBIENBRE	16.851	0.40	370	88.882
DICIEMBRE	15.758	0.40	330	77.873

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla podemos observar que coincidentemente el mes abril es donde se tiene una mayor demanda del recurso hídrico, el método de TURC nos corrobora las tendencias a la demanda de agua coincidentemente en el mes de abril.

Resumen del cálculo de ETP por los tres métodos

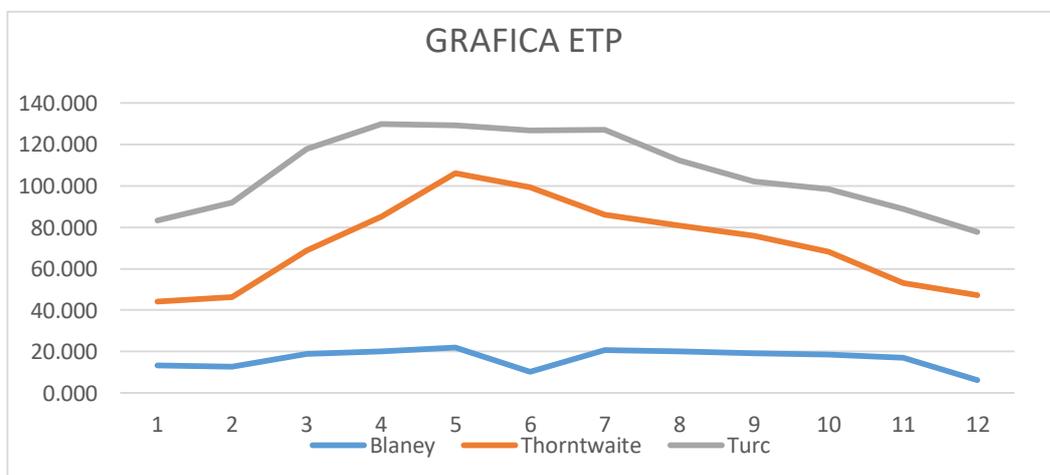
Tabla 12: Resumen de cálculo de Evapotranspiración por los tres métodos

T	ETP (mm)		
	Blaney	Tornthwaite	Turc
ENERO	13.433	44.165	83.295
FEBRERO	12.755	46.214	92.059
MARZO	18.947	68.892	117.967
ABRIL	19.962	85.207	129.737
MAYO	21.994	106.007	129.258
JUNIO	10.210	99.273	126.829
JULIO	20.853	86.118	126.958
AGOSTO	20.242	80.857	112.214
SEPTIEMBRE	19.136	76.062	102.026
OCTUBRE	18.705	68.149	98.403
NOVIEMBRE	16.902	53.026	88.882
DICIEMBRE	6.199	47.216	77.873

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla que resume los tres métodos para el cálculo del ETP, podemos determinar que el mes de abril es donde se observa mayor demanda para los tres tipos de métodos. Para un mejor análisis del C.U. R se tomará en cuenta el método de Método de BLANEY – CRIDDLE. Por ser el más exacto de entre los tres.

Tabla 13: Grafica de Evapotranspiración



Fuente: Elaboración

En la tabla 13 podemos observar el desarrollo de los ETP calculados bajo los tres métodos en donde se puede denotar que quien tiene un recorrido más constante y menos diferenciado sería el método de Blaney puesto que esta toma en cuenta los estudios del cultivo de la zona, así como la radiación solar y las temperaturas históricas.

Tabla 14: Resumen de lámina de riego

MES	HP	L(R efec.) mm	ETP(mm)	ETP (mm)	L (R Bruta.) (mm)		Σ L(R Bruta.)
	mm		Cítricos	Maíz	Cítricos	Maíz	
ENERO	13.595	5.30205	61.061	73.273	88.506	107.891	196.397
FEBRERO	13.975	5.45025	57.975	69.571	83.373	101.778	185.152
MARZO	6.55	2.5545	91.226	98.243	140.748	151.887	292.636
ABRIL	12.643	4.93077	96.113	103.506	144.733	156.469	301.202
MAYO	40.41	15.7599	105.898	114.044	143.077	156.007	299.084
JUNIO	98.552	38.43528	102.099	109.953	101.053	113.520	101.053
JULIO	148.193	57.79527	100.404	108.127	67.633	79.892	147.525
AGOSTO	137.824	53.75136	97.463	104.960	69.384	81.284	150.668
SEPTIEMBRE	98.58	38.4462	92.135	99.223	85.221	96.471	181.691
OCTUBRE	51.081	19.92159	90.059	96.987	111.329	122.326	233.655
NOVIEMBRE	10.173	3.96747	81.378	87.638	122.874	132.810	255.684
DICIEMBRE	6.045	2.35755	61.990		94.654		94.654

Fuente: elaboración propia

En la tabla numero 14 podemos corroborar que el mes de más demanda es el de abril, motivo por el cual será ese valor con es que realizaremos el cálculo del C.U.R

Factores tomados en cuenta para el cálculo:

NR: Manejo de aplicación de riego = 0.70

NM: eficiencia en el manejo del agua =0.90 (Por ser un sistema por goteo)

KI: coeficiente de infiltración = 0.65

KR: coeficiente de aprovechamiento en la zona radicular = 0.60

Tabla 15: Resultado final del coeficiente unitario de riego

CUR								
CULTIVO	LR Bruta	LR(Bruta DIARIA)	SUPERFIC IE CULTIVADA	SUPERFICIE ACUMULADA	VOLUMEN DEMANDA DO	VOLUMEN ACUMULADO	CUR	
	mm	mm	ha	ha	m3	m3	(m3/s)-m2	(l/s)-ha
MAÍZ	156.007	5.032	7	7	352.274	352.274	0.0000000 58	0.58
CÍTRICOS	143.077	4.615	5	12	230.769	583.044	0.0000000 56	0.56

Fuente:Elaboracion propia

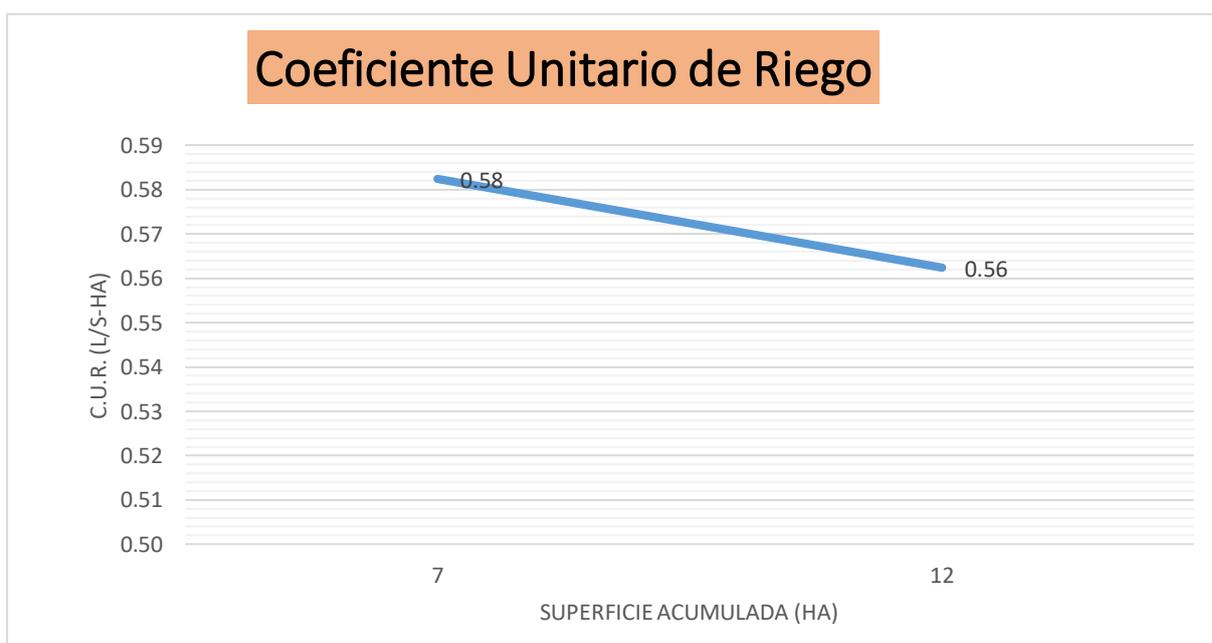


Tabla 16: Coeficiente unitario de riego

Fuente:Elaboracion propia

Finalmente podemos observar en la gráfica que el coeficiente unitario de riego varia ente 0.58 a 0.56 lt/s por hectárea, el cual vendría a ser nuestra demanda de agua en el mes más crítico. Siendo este valor el necesario para contrastar el Caudal que impulsa la bomba HIDRO-MECANICO

MARCO DE RIEGO POR SISTEMA DE GOTEO.

➤ **Diseño agronómico:**

Se basa en factores de producción vegetal (clima,suelo,planta) permitirá conocer el caudal del agua necesario para cubrir las necesidades hídricas del cultivo.

➤ **Diseño hidráulico:**

Nos garantiza una optima distribución del caudal , mediante un dimensionamiento optimo de la red de riego y de los elementos que lo componen.

a) DISEÑO AGRONOMICO

❖ Determinación de las necesidades hídricas

Datos:

Mes critico: mayo

ETo : 162,92 mm

ETC= ETo x Kg

$$= 162.92 \times 0.7$$

$$\text{ETC} = 114.04 \text{ mm por mes}$$

❖ Cálculo de las necesidades de Riego

$$N_n = \text{ETC} - P_{ef}$$

Nota: La precipitación efectiva (P_{ef}) no se tomará en cuenta puesto que estamos evaluando con el mes más crítico, como se puede verificar en la figura 4 de la precipitación mensual promedio.

$$\Rightarrow N_n = \text{ETC}$$

Cálculo de la necesidad bruta de riego

$$N_b = N_n \times E_a$$

$$N_b = 114.04 \text{ mm} \times 95\%$$

$$N_b = 114.04 \text{ mm} \times 0.95$$

$$N_b = 108.4 \text{ mm / mes}$$

Cálculo de la necesidad bruta diaria

$$N_{b_d} = 108,4 \text{ mm/mes} \times \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}}$$

$$N_{b_d} = 3.61 \text{ mm/día}$$

❖ Marco de plantación

Distancia entre surco: 1.50 m

Distancia sobre surcos: 0.45 m

❖ **Número de plantas (Np)**

$$1.50 \times 0.50 = 0.75 \text{ m}^2$$

Entonces decimos si : 0.75 m^2 ----- 1planta

$10\ 000 \text{ m}^2$ ----- X

$$X = \frac{10\ 000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ planta}}{0.75 \text{ m}^2}$$

$$X = 13\ 333 \text{ plantas.}$$

❖ **Hallando necesidad bruta de riego total (Nbt)**

$$Nbt = Nbd \times (\text{marco de plantación})$$

$$Nbt = 3.61 \times 10^{-3} / \text{día} \times 1.50\text{m} \times 0.45 \text{ m}$$

$$Nbt = 2.44 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{día} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1\text{m}^3}$$

$$Nbt = 2.44 \frac{\text{Lt}}{\text{dia} \times \text{planta}}$$

Hallando frecuencia y tiempo de riego

❖ **calculo del caudal en el gotero (Qg)**

$$\text{si : } 89.76 \frac{\text{Lt}}{\text{planta} \times \text{dia}} \text{ ----- } 4 \text{ Lt / h}$$

$$2.44 \frac{\text{Lt}}{\text{dia x planta}} \text{----- X}$$

$$X = \frac{2.44 \text{ Lt/dia x planta} \times 4 \text{ Lt/h}}{89.76 \text{ lt-dia x planta}}$$

$$X = 0.8 \text{ Lt / h.}$$

❖ Tiempo de riego

$$\text{Tr} = \frac{\text{Nbt}}{\text{Qg x \# de goteros}}$$

$$\text{Tr} = \frac{2.44 \frac{\text{Lt}}{\text{dia}} \times \text{planta}}{0.8 \frac{\text{Lt}}{\text{h}} \times 1}$$

$$\text{Tr} = 3.05 \text{ horas de riego al día}$$

CÁLCULO DEL VOLUMEN DEMANDADO

$$\text{Vd} = \text{Nbt} \times \# \text{ de plantas}$$

$$\text{Vd} = 2.44 \text{ Lt/día} \times \text{planta} \times 13333 \text{ plantas} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ Lt}$$

$$\text{Vd} = 32.5 \text{ m}^3 / \text{día}$$

3.2.2 ESTUDIOS DE LABORATORIO

Como se mencionó en el inicio es necesario obtener resultados ya realizados de nuestro C.U.R que sirvan como respaldo a nuestros objetivos.

Por ello la REVISTA PERUANA GEO-ATMOSFERICA RPGA, editado por el servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI) señala que :

La evapotranspiración de referencia dada por el modelo de la FAO 56 Penman-Monteith, que se basa en una ecuación física y fiable se considera actualmente como el modelo estándar global para la determinación de la evapotranspiración de referencia. Para su estimación se requiere gran cantidad de datos de entrada que no siempre están disponibles en las estaciones climatológicas estándar. En la Cuenca Andino Amazónica Peruana (CAP), que representa una parte importante del territorio peruano, solo ocho estaciones climatológicas proporcionan todos los datos necesarios para la estimación de la evapotranspiración de referencia. (SENAMHI,2015, Pag.1, parr.1)

En función a lo que estipula los cálculos hallados de la ETP por el SENAMHI se obtuvo la

EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA CUENCA ANDINA AMAZÓNICA PERUANA

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas usadas en este estudio; con n como el número de datos diarios y la media de las variables meteorológicas en las estaciones meteorológicas seleccionadas; RH: humedad relativa (%); u_2 : velocidad del viento ($m s^{-1}$) a una altura de 2 m; R_s : radiación solar entrante ($MJ m^{-2} día^{-1}$); ET_0 : evaporación referencial con el modelo FAO-56 Penman-Monteith ($mm día^{-1}$)

Estación	Código	Lat. (°S)	Lon. (°O)	Alt. (ms.n.m.)	n	Temperatura (°C)			RH	u_2	R_s	ET_0
						Max.	Min.	Media				
Contamana	CO	7.21	75	185	1502	32	19	26	68	1.8	17.6	4.4
El Porvenir	PO	6.35	76.19	230	9218	32	21	27	70	1.7	14.7	3.9
Bagua Chica	BA	5.39	78.32	434	2923	32	20	26	70	2	20.2	4.8
Bambamarca	BAM	6.4	78.31	2536	2983	21	11	16	73	2	17.5	3.4
Abancay	AB	13.36	72.52	2750	1865	21	10	16	70	1.6	16	3.2
Urubamba	UR	13.18	72.07	2863	2639	23	7	15	60	2.8	19	4.2
Huayao	HU	12.02	75.19	3308	8030	20	4	12	60	2.4	21.1	4
La Angostura	AN	15.11	71.39	4150	2413	15	-3	6	54	2.4	21.7	3.7

siguiente tabla de referencia.

Tabla 17: Ubicación de las estaciones meteorológicas para el cálculo del ETP.

Fuente: SENAMHI

Ar

En la presente tabla podemos observar la ubicación de las estaciones, las coordenadas geográficas, la altura, la humedad relativa, la velocidad del viento, etc. Parámetros que son de ayuda para el cálculo del ETP.

Tabla 18: Resumen de Evapotranspiración potencial por mes

Cuadro 5. EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm) MENSUAL Y ANUAL

MESES y ESTACION	ALT.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
PAMPA WHALEY	960	104.0	101.6	100.6	95.2	85.5	77.6	76.4	85.5	96.3	105.4	105.1	105.0	1139.2
SAN RAMON	800	111.1	107.2	104.9	99.2	92.2	82.4	81.1	92.2	102.8	110.0	115.1	114.9	1213.1
MAZAMARI	750	108.9	106.3	109.2	105.9	99.7	91.4	87.7	94.8	103.2	116.1	117.1	109.9	1250.2
SATIPO	660	118.4	118.6	119.0	116.8	107.1	96.6	90.0	98.9	109.4	120.4	126.1	124.2	1345.5
PICHANAKI	546	127.9	126.1	125.0	122.8	112.1	107.8	107.5	115.1	125.9	140.6	138.1	132.3	1481.2
PUERTO OCOPA	305	138.5	133.1	132.0	133.5	126.8	120.1	112.9	128.4	140.8	155.6	158.9	147.9	1628.5

Fuente: Municipalidad Provincial de Satipo.

De igual forma se ha tomado en cuenta los resultados del laboratorio de la universidad Nacional Agraria la molina en la que se pone a prueba los rendimientos de la bomba hidromecánica con carreras de 3, 6, 9 mm, con una altura de suministro de 1, 2 y 3 m.

Tabla 19: Resultados de la Prueba del Ariete Hidráulico BAH 1.1/2 con Tubería de PVC de 1, 2 y 3 m de longitud y 3 mm de carrera de válvula de impulso.

Longitud de Tubería L(m)	Altura de Bombeo h(m)	Caudal de Alimentación Q (lt/min)	Caudal de Bombeo q(lt/min)	Caudal de derrame Q-q (lt/min)	Eficiencia n(%)	q/Q x 100	Golpes por Minuto GPM	Potencia Watts
1	30	19.09	0.00	19.09	0.00	0.00	255	0.00
	25	31.06	0.24	30.82	19.00	0.76	255	0.96
	20	33.19	0.40	32.79	24.10	1.21	244	1.31
	15	33.72	1.06	32.65	47.34	3.16	244	2.61
	10	34.18	1.59	32.59	46.52	4.65	244	2.60
	35	20.43	0.00	20.43	0.00	0.00	116	0.00
2	30	32.31	0.42	31.88	39.37	1.31	140	2.08
	25	31.13	0.47	30.65	38.02	1.52	132	1.93
	20	30.55	0.58	29.96	38.06	1.90	133	1.90
	15	32.74	1.05	31.70	47.95	3.20	134	2.57
	10	37.35	1.93	35.41	51.77	5.18	148	3.16
	8	33.86	2.19	31.67	51.66	6.46	156	2.86
3	38	17.91	0.00	17.91	0.00	0.00	87	0.00
	30	29.69	0.42	29.27	42.31	1.41	108	2.05
	25	32.18	0.63	31.55	49.20	1.97	111	2.59
	20	32.19	0.79	31.41	48.87	2.44	112	2.57
	15	32.00	1.21	30.79	56.88	3.79	111	2.98
	10	35.08	2.13	32.95	60.63	6.06	117	3.48
6	35.31	3.59	31.72	61.00	10.17	105	3.52	

Fuente: Análisis científico – Universidad Nacional Agraria la Molina

En la presente tabla se puede detallar que para longitudes de tubería de 1, 2 y 3 m, para una altura de bombeo mínima de 25 m ,se necesita un caudal de alimentación de 29 .69 lt/min.

Tabla 20: Resultados de la Prueba del Ariete Hidráulico BAH 1.1/2 con Tubería de PVC

Longitud de Tubería L(m)	Altura de Bombeo h(m)	Caudal de Alimentación Q (lt/min)	Caudal de Bombeo q(lt/min)	Caudal de derrame Q-q (lt/min).	Eficiencia n(%)	$q/Q \times 100$	Golpes por Minuto GPM	Potencia Watts
1	30	26.52	0.00	26.52	0.00	0.00	157	0.00
	25	37.56	0.30	37.26	19.97	0.80	193	1.23
	20	37.15	0.49	36.66	26.13	1.31	226	1.59
	15	37.91	1.01	36.91	39.83	2.66	227	2.47
	10	43.67	1.90	41.77	43.51	4.35	223	3.11
2	46	29.33	0.00	29.33	0.00	0.00	94	0.00
	40	34.83	0.14	34.70	15.77	0.39	109	0.90
	35	37.64	0.30	37.34	28.14	0.80	121	1.73
	30	37.72	0.43	37.29	34.36	1.15	119	2.12
	25	36.60	0.66	35.94	44.90	1.80	105	2.69
	20	34.47	0.70	33.77	40.54	2.03	108	2.28
	15	38.09	1.15	36.94	45.42	3.03	115	2.83
	10	42.34	2.36	39.98	55.74	5.57	120	3.86
3	50	21.58	0.00	21.58	0.00	0.00	77	0.00
	45	26.58	0.07	26.51	12.53	0.28	81	0.54
	40	32.02	0.23	31.79	29.31	0.73	90	1.53
	35	35.26	0.41	34.85	41.03	1.17	96	2.37
	30	38.80	0.63	38.17	48.96	1.63	96	3.11
	25	36.51	0.67	35.85	45.65	1.83	98	2.73
	20	36.80	1.01	35.80	54.63	2.73	95	3.29
	15	40.82	1.57	39.25	57.58	3.84	101	3.84
10	42.13	2.36	39.77	55.93	5.59	105	3.85	
6	38.93	4.43	34.50	68.29	11.38	104	4.35	

de 1, 2 y 3 m de longitud y 6 mm de carrera de válvula de impulso.

Fuente: Análisis científico – Universidad Nacional Agraria la Molina

Tabla 21: Resultados de la Prueba de 9 mm de carrera de válvula de impulso

Longitud de Tubería L(m)	Altura de Bombeo h(m)	Caudal de Alimentación Q (lt/min)	Caudal de Bombeo q(lt/min)	Caudal de derrame Q-q (lt/min).	Eficiencia n(%)	$q/Q \times 100$	Golpes por Minuto GPM	Potencia Watts
1	30	27.01	0.00	27.01	0.00	0.00	152	0.00
	25	36.56	0.41	36.15	27.90	1.12	189	1.67
	20	38.51	0.52	37.99	27.21	1.36	209	1.71
	15	43.17	1.11	42.06	38.68	2.58	220	2.73
	10	43.79	1.62	42.17	37.00	3.70	216	2.65
2	46	27.09	0.00	27.09	0.00	0.00	100	0.00
	40	37.58	0.21	37.38	21.85	0.55	116	1.34
	40	35.27	0.20	35.07	22.68	0.57	116	1.31
	35	41.18	0.25	40.93	21.08	0.60	120	1.42
	30	41.67	0.52	41.15	37.63	1.25	120	2.56
	25	36.34	0.61	35.73	42.01	1.68	120	2.50
	20	37.28	0.63	36.65	33.62	1.68	112	2.05
	15	41.35	1.31	40.04	47.40	3.16	116	3.20
	10	47.53	2.27	45.26	47.83	4.78	120	3.72
	7	45.92	3.04	42.88	46.34	6.62	120	3.48
3	52	23.53	0.00	23.53	0.00	0.00	72	0.00
	45	31.24	0.19	31.05	27.66	0.61	76	1.41
	40	33.56	0.31	33.25	36.87	0.92	80	2.02
	35	37.41	0.48	36.94	44.53	1.27	80	2.72
	30	40.60	0.80	39.80	59.11	1.97	81	3.92
	25	40.88	0.99	39.90	60.34	2.41	84	4.03
	20	39.29	1.26	38.03	64.16	3.21	86	4.12
	15	43.65	1.96	41.69	67.35	4.49	90	4.81
	10	44.50	2.67	41.83	59.92	5.99	92	4.36
	6	42.95	3.80	39.15	53.09	8.85	92	3.73

Fuente: Análisis científico – Universidad Nacional Agraria la Molina

3.3 ANÁLISIS

3.3.1 FACTORES DE DISEÑO HIDRAULICO (objetivo 1)



Fig.6: Altura de entrega

Fuente: Elaboración propia

Altura de Bombeo

Nuestra altura de bombeo viene a ser dada una aproximación de medida que se estima en la zona cultivable, en la imagen se puede mostrar que tenemos una elevación de 36 m aproximadamente desde donde se impulsara el líquido elemento hasta donde ser el reservorio de almacenaje.

Entonces nuestro

$$H_d = 36m$$

Ecuación de altura de abastecimiento o suministro (H_s)

Existen muchas formas de poder hallar la altura de abastecimiento para nuestra bomba tal es el caso de la ley de Boyle y de igual forma el manual de S.B.Watt que menciona que la

altura de suministro varían en los rangos de 1 a 12 m siendo este intervalo hallado por la siguiente ecuación.

$$H_s = \frac{1}{3} H_d \text{ ----- ecuación (1)}$$

Dónde:

H_s = Altura de suministro o abastecimiento

H_d = Altura de entrega o de bombeo.

Para nuestro caso y en función a resultados obtenidos de forma empírica decidimos utilizar la siguiente proporción.

$$H_s = \frac{1}{9} H_d \Rightarrow \text{tenemos que: } H_s = \frac{1}{9} 36$$

$$H_s = 4\text{m}$$

Ecuación de la tubería de abastecimiento o suministro $\left(\frac{L}{D}\right)$

Según el manual de Hydraulic ram for Pumping Water S. B Watt. Mediante estudios realizados nos menciona que existe una proporción para poder encontrar la altura correcta y la pendiente más conveniente para poder hallar la longitud de dicha tubería el cual es que la proporción generada entre la longitud (L) y el diámetro (D) se encuentren entre los valores de 1000 a 150.

$$\left(\frac{L}{D}\right) = 150 \text{ a } 1000 \text{----- ecuación (2)}$$

Para nuestro proyecto como muestra la imagen hemos decidido por temas de practicidad o por resultados empíricos hechos en campo, de trabajar con una pendiente de 20 %, un Angulo de inclinación de 12 °.

$$\left(\frac{L}{D}\right) = 150 \text{ a } 1000$$

$$D = \frac{20}{150 \text{ a } 1000}$$

En nuestro caso lo que se asumirá será el diámetro de la tubería puesto que nuestra instalación ya ha sido demostrada empíricamente en campo.

$$D = \frac{20}{150 \text{ a } 1000}$$

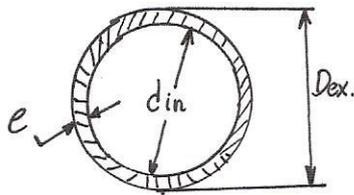
$$0.0508\text{m} = \frac{20}{X} \Rightarrow D = 2''$$

$$X = 417$$

$$150 \leq 417 \leq 1000$$

Entonces queda demostrado que los factores asumidos están dentro de los rangos establecidos.

Por ello podemos asumir que nuestra tubería de abastecimiento es de 2 in (pulgadas) de diámetro, 51.2 mm de diámetro exterior



donde:

$$D_{ex} = 51,2\text{mm}$$

E = 4 mm de tubería de PVC.

$$\text{Entonces el } D_{in} = 50.8\text{mm}$$

Ecuación de la tubería de descarga o entrega (d)

Generalmente los diámetros de las tuberías de descarga se basan en ser la función de ser la mitad de la tubería de abastecimiento, pero por razones de datos obtenidos empíricamente en campo se optó por trabajar con un diámetro de $\frac{3}{4}$ pulgadas.

Entonces:

$$d = \frac{3}{4} \text{ pulg.}$$

3.3.2 PARÁMETROS INTERNOS DE DISEÑO DE BOMBA (objetivo 2)

Diámetro de tubería interna del ariete (D_{ca})

Si bien es cierto nuestro ariete es un mecanismo que no está regido por la dependencia de los combustibles fósiles, así como la energía eléctrica, esta depende únicamente de las energías halladas internamente y siendo más específicos de las presiones provocadas en su interior, es por ello que nuestras instalaciones deben de ser capaces de poder soportar fuertes sobrepresiones y ondas originadas en su interior.

Nuestra bomba está compuesta por 2 Tee y un codo de 90° x 4 in, por ende, el diámetro interno de nuestro ariete será de 101.6 mm.

$$D_{ca} = 101.6\text{mm}$$

PARÁMETROS DE LA VÁLVULA DE IMPULSO

Diámetro de la válvula check de impulso (d_v)

Para poder obtener el diámetro correcto para nuestra válvula de impulso es menester tener en cuenta que dicho mecanismo tiene un funcionamiento constante de subir y bajar un dispositivo que funciona como compuerta para poder generar así el impulso necesario para generar las ondas de presión. Por ello es que dicha válvula debe de tener el espacio necesario para su desplazamiento que en nuestro caso sería el vertical.

Sabiendo que nuestro diámetro interno es 101.6 mm, entonces nuestro diámetro interno de válvula debería ser menor. Para nuestro caso la válvula ya tiene un diámetro definido puesto que se ha obtenido de un proceso de fabricación ya dado.

$$d_v = 94.8\text{mm}$$

Parámetro de diseño del orificio de la válvula (d_o)

Para poder determinar la dimensión del orificio de la válvula utilizaremos la ecuación planteada por NEKRASOV, B.

$$d_v = 1.15 \times d_o \text{-----ecuación (3)}$$

$$94.8 = 1.15 \times d_o$$

$$d_o = 82.43\text{mm}$$

$$d_o = 82.43\text{m}$$

Ecuación del espesor de válvula (e_{vi})

En libro de hidráulica planteado por NEKRASOV, B. estipula la ecuación para el espesor de la válvula con la siguiente formula dependiendo del diámetro de la válvula check.

$$e_{vi} = 0.14 \times d_o \text{-----ecuación (5)}$$

donde:

e_{vi} = espesor de la válvula check de impulso (m)

d_o =diámetro de orificio de la válvula (m)

$$e_{vi} = 0.14 \times d_o$$

$$e_{vi} = 0.14 \times 0.082\text{m}$$

$$e_{vi} = 11.48 \times 10^{-3}\text{m}$$

Parámetro del vástago de impulso (d_{vs})

Uno de los parámetros más importantes del vástago de impulso es el diámetro, así como su longitud, puesto que este último determina el tiempo de los ciclos de impulso de nuestra válvula check.

Para ello utilizaremos la ecuación de COLOMBO.

$$d_{vs} = 0.12 \times d_o + 10 \text{ -----ecuación (5)}$$

donde:

d_o = diámetro del orificio de la válvula (mm)

d_{vs} = diametro del vastago de impulsion (mm)

$$d_{vs} = 78\text{mm}$$

Longitud de vástago (L_{vs})

Para obtener la longitud del vástago se realizará en función al alcance de elevación de nuestro vástago por cada ciclo de bombeo puesto que cuanto mayor longitud presente este, mayor será la capacidad de poder albergar piezas que apoyen a su funcionamiento tal es como tuercas, pesas, etc. Dichos dispositivos aumentan o disminuyen el desplazamiento vertical de este a lo cual a partir de ahora se le llamara “carrera de la válvula”.

En nuestro caso será por elección de diseño es cual será de:

$$L_{vs} = 200\text{mm}$$

Caudal de entrega (q)

El caudal de entrega viene a ser el volumen obtenido por unidad de tiempo cuando la bomba esta puesta en funcionamiento, para es menester tener presente la ecuación matemática planteada en el libro de “Simplified Analysis and Design of The Hydraulic Ram Pump”.

$$q = \frac{H_s \times D^2 \times U_c \times \pi \times C_d}{10 \times H_d} \text{-----ecuación}$$

(6)

dónde:

q = caudal de entrega (m³/s)

H_s = altura de abastecimiento o suministro (m)

H_d = altura de bombeo o entrega (m)

D = diámetro interno de la tubería de abastecimiento o suministro (m)

U_c = velocidad de cierre de la válvula de impulso (m/s)

C_d = coeficiente de entrega o descarga

Nota: para poder hallar el caudal de entrega es menester poder hallar la (U_c) velocidad de cierre y el (C_d) coeficiente de descarga .

Ecuación de cierre de válvula (velocidad) (U_c)

Si deseamos hallar la velocidad de cierre de la válvula es menester poder hallar primero la carrera de la válvula.

$$U_c = 0.135 \times C_{vi} \text{-----ecuación (7)}$$

Dónde:

U_c = velocidad con la que corta el paso del fluido la válvula de impulso (m/s).

C_{vi} =aceleración o carrera de la válvula check de impulso (mm)

Ecuación de la carrera de la válvula (C_{vi})

Por lo mencionado de Straneo – Consorti, el parámetro para la medida de la carrera de la válvula se rige bajo en un 25 a 33% del diámetro de la válvula.

$$C_{vi} = (25 - 33\%) \times V \text{-----ecuación (8)}$$

$$C_{vi} = 0.32 \times 94.8$$

$$C_{vi} = 30\text{mm}$$

Entonces reemplazamos en la ecuación 8

$$U_c = 0.135 \times C_{vi}$$

$$U_c = 0.135 \times 30$$

$$U_c = 4.05\text{m/s}$$

3.3.3 ANÁLISIS DE CAUDALES (objetivo 3)

Ecuación del coeficiente de descarga o entrega (C_d)

Para poder hallar el coeficiente de descarga es menester tener en cuenta que dicho parámetro es un valor adimensional que está comprendido en la relación del caudal que se desplaza y la raíz cuadrada del multiplicada por dos veces el valor de la gravedad a la altura del nivel del reservorio.

$$C_d = \frac{Q_l}{(\sqrt{2 \times g \times \Delta h}) \times A} \text{-----ecuación (9)}$$

Q_l =caudal libre

C_d =coeficiente de entrega o descarga entrega (m^3/s)

G = gravedad (m/s^2)

Δh = diferencia de altura (m)

A = área de la salida del fluido (m)

Ecuación del caudal libre

Para determinar el caudal libre nos apoyaremos de la ecuación general de la energía al cual iremos descartando algunos términos de la ecuación en función a sus términos y condiciones.

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + h_A - h_l - h_R = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{-----ecuación (10)}$$

P_1 = presión en el punto uno (Pas)

P_2 = presión en el punto 2 (Pas)

γ = peso específico del agua (N/m^3)

Z_1 = altura del punto uno sobre nivel de referencia (m)

Z_2 = altura del punto dos sobre nivel de referencia (m)

V_1 = velocidad en el punto 1 (m/s)

V_2 = velocidad en el punto 2 (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

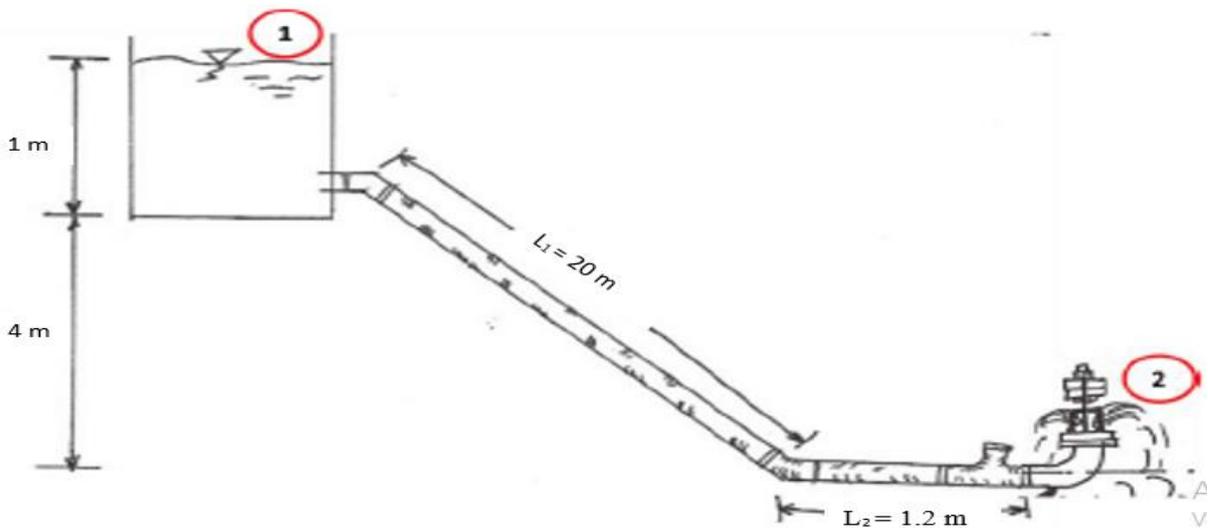


Fig.7: Perfil de instalación de bomba abierta

Fuente: Elaboración propia

H_a =energía añadida al fluido mediante un dispositivo mecánico (m)

H_r =energía retirada del fluido mediante dispositivo mecánico (m)

H_l =perdida de anergia (mayores y menores) por parte del sistema (m)

Se puede observar en la figura que la presión en 1 y 2 están expuesta a la intemperie por ende sus valores serán igual a cero, de igual forma Z_2 se igualará a cero puesto que se encuentra ubicado en nuestro nivel de referencia y finalmente la velocidad en (1) será cero ya que el fluido para ese instante está en reposo.

$$\frac{0}{\gamma} + Z_1 + \frac{0^2}{2g} - H_l = \frac{0}{\gamma} + 0 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Nota: H_a y H_r son factores por los cuales no se tomarán en cuenta puesto que la bomba es un sistema que no funciona con dispositivos eléctricos.

$$Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} \pm h_{lm} + h_l \text{ ----- ecuación (11)}$$

Ecuación de perdidas Mayores (hl)

para esta ecuación utilizaremos la ecuación de Darcy

$$h_l = F \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \text{ ----- ecuación (12)}$$

$$L = 21.20 \text{ m}$$

$$D = 50.8 \times 10^{-3}$$

Ahora bien, tenemos casi todos los datos para poder hallar las perdidas mayores dentro de la tubería de suministro, pero nos falta un factor importante como es el coeficiente de fricción del material de PVC, lo cual asumiremos y posteriormente corroboraremos su exactitud mediante el diagrama de Moody. $F= 0.023$

$$h_l = 0,024 \times \frac{21.20 \text{ m}}{50.8 \times 10^{-3}} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$h_l = 9.60x \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación de perdidas Menores (h_{lm})

Para dicho calculo utilizaremos la ecuación que conlleva a las perdidas por accesorio como menciona Robert L Moot.

$$h_{lm} = \sum K \times \frac{V_2^2}{2g} \text{ ----- ecuación (13)}$$

Datos:

h_{lm} = pérdida menor (m)

k = coeficiente de resistencia al flujo

V_2 = velocidad en el punto 2 (m/s)

G = gravedad (m/s^2)

Numero de accesorios:

- 2 Reducción de 4" a 2"
- 1 codo de 12 ° de 2"
- 1 codo de 45 ° de 4"
- 2 tee de 4"
- 1 codo de 90 °
- 2 válvulas check de pie
- 1 válvula check de pase
- 1 válvula compuerta
- 1 boquilla

Fig.8: Ensamblaje y piezas del sistema hidro-mecánico



Fuente: Elaboración propia

La imagen nos muestra la puesta en escena del ensamblaje y el funcionamiento de nuestra válvula de impulso, aquí podemos detallar el lugar estratégico donde fue colocada, la forma como ha sido asegurada, y de igual manera el modus operandi necesario para que llegue a funcionar.

Nota: puesto que por temas comerciales no existe el codo de 12 °, entonces tendremos que interpolar para poder hallar dicho coeficiente de K.

Valores de K: para codos

90° ----- 0.90

45° ----- 0.40

12° ----- X

$$\Rightarrow \text{extrapolamos } \frac{X-0.40}{12-45} = \frac{0.40-0.90}{45-90}$$

$$X = \left(\left(\frac{0.40 - 0.90}{45 - 90} \right) X (12 - 45) \right) + 0.4$$

$$X = 0.033$$

$\Sigma K = 2 \times K \text{ reducción} + 1 K \text{ codo } 45^\circ + K \text{ Codo } 12^\circ + 2 K \text{ Tee} + 1 K \text{ Codo } 90^\circ + 2 K \text{ Chek}$
de pie + 1 K chek de pase + 1 K de válvula compuerta + 1 K boquilla

$$\Sigma K = 2 \times 0.15 + 0.40 + 0.033 + 2 \times 0.60 + 0.90 + 2 \times 1.75 + 2.50 + 1 + 2.75$$

$$\Sigma K = 12.58$$

Ahora reemplazamos en la ecuación (13)

$$h_{lm} = 12.58 \times \frac{V_2^2}{2g}$$

Ahora reemplazamos en la ecuación de la energía

$$Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} \pm h_{lm} + h_l$$

$$Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + 12.58 \times \frac{V_2^2}{2g} + 10.016 \times \frac{V_2^2}{2g}$$

$$Z1 = \frac{V2^2}{2g} (1 + 12.58 + 10.016)$$

sabemos que $Z1 = H_s = 5 \text{ m}$

por lo tanto, tenemos:

$$5 = \frac{V2^2}{2g} (1 + 12.58 + 10.016)$$

$$5 = \frac{V2^2}{2g} (23.596)$$

$$98.1 = V2^2(23.596)$$

$$V2 = 2.039 \text{ m/s}$$

Ecuación del caudal libre (Q_l)

Según las teorías sabemos que el caudal esta determinado por el vector de velocidad y el área.

$$Q_l = V2 \times A_2 \text{-----ecuación (14)}$$

Entonces

$Q_l =$ caudal libre (m^3/s)

$V2 =$ velocidad en el punto 2 (m/s)

$A_2 =$ área en el punto 2 (m^2)

Como ya tenemos la velocidad del punto 2, entonces tendríamos que hallar el área, el cual será en función de hallar la diferencia de áreas entre el vástago y el asiento de la válvula.

$$A_2 = A_{av} - A_{vi} \text{-----ecuación (15)}$$

➤ **Área de asiento de la válvula (A_{av})**

$$A_{av} = \pi \times R^2$$

sabemos que $d_o = 82.43\text{mm}$

$$A_{av} = \pi \times 0.0412^2$$

$$A_{av} = 5.33 \times 10^{-3}\text{m}^2$$

➤ **Área del vástago de la válvula (A_{vi})**

Por dato sabemos que diámetro del vástago es igual a 39 mm

$$A_{vi} = \pi \times 0.039^2$$

$$A_{vi} = 4.778 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Ahora reemplazamos en la ecuación (15)

$$A_2 = 5.33 \times 10^{-3} \text{ m}^2 - 4.778 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 5.520 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Ahora reemplazamos en la ecuación (14)

$$Q_l = 2.039 \text{ m/s} \times 4.949 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$Q_l = 1.009 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} \equiv 60.54 \text{ l/min}$$

Ahora que conocemos el caudal libre verificaremos si el factor de fricción asumido $F = 0.024$ es el correcto.

➤ **Hallando la velocidad del fluido del ariette (V_c)**

$$V_c = \frac{Q_l}{A_c} \text{-----ecuación (16)}$$

Donde:

V_c = velocidad del fluido del ariette

A_c = área en el interior del ariette

$$A_c = \pi \times 0.0508^2$$

$$A_{vi} = 8.107 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Reemplazando en la ecuación (16)

$$V_c = \frac{1.009 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}}{8.107 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$V_c = 0.124 \text{ m/s}$$

Posteriormente para hallar el factor de fricción utilizaremos la ecuación de Ewamee y Jain.

$$F = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{1}{3.7\left(\frac{D}{\epsilon}\right)} + \frac{5.74}{N_{RE}^{0.9}}\right)\right)^2} \text{----- ecuación (17)}$$

Donde:

N_{RE} = numero adimensional de Reynolds

F = número de fricción adimensional

ϵ = Épsilon Rugosidad (m)

Hallando el número de Reynolds N_{RE}

$$N_{RE} = \frac{V \times D}{\mu} \text{----- ecuación (18)}$$

donde:

V = velocidad de flujo (m/s)

D = diámetro interno de la tubería (m)

μ = viscosidad cinemática (m/s²)

Ahora hallaremos la velocidad del flujo que en este caso sería la velocidad con la que fluye en la tubería de abastecimiento o de suministro.

Sabemos que caudal es igual a velocidad por área, entonces velocidad sería caudal entre área.

$$Q_1 = V_t \times A_t \text{----- ecuación (19)}$$

➤ Hallando Área

$$A_t = \pi \times R^2$$

Dato:

$$D_{in} = 50.8 \text{ mm}$$

$$A_t = \pi \times 25.4^2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$A_t = 2.027 \times 10^{-3}$$

Reemplazando en la ecuación (19)

Se sabe que $Q_l = 0.01 \text{ m}^3/\text{s}$

$$0.01 \text{ m}^3/\text{s} = V_t \times 2.027 \times 10^{-3}$$

$V_t = 0.497 \text{ m/s}$ ----- velocidad en la tubería de suministro

Reemplazando en la ecuación (18):

$$\mu = 1.011 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$N_{RE} = \frac{0.497 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.0508 \text{ m}}{1.011 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$N_{RE} = 27972, 898$$

$$N_{RE} = 2.7 \times 10^4$$

Para poder entender el valor hallado del Reynold es menester conocer los parámetros en que este se determina.

$N_{RE} < 2000 \Rightarrow$ flujo laminar

$N_{RE} > 4000 \Rightarrow$ flujo turbulento

$2000 < N_{RE} < 4000 \Rightarrow$ flujo impredecible

Por lo tanto, como nuestro Reynold es mayor a 4000, se denomina que es un flujo turbulento.

Calculo de la rugosidad relativa (R_r)

$$R_r = \frac{D}{\varepsilon} \text{-----ecuación (20)}$$

Dónde:

R_r = rugosidad relativa

D = diámetro de la tubería de abastecimiento o suministro

ε = Épsilon Rugosidad (m)

Nota: el valor de ϵ es de 1.5×10^{-6} por ser el material de PVC.

$$R_r = \frac{0.0508}{1.5 \times 10^{-6}}$$

$$R_r = 33866.667$$

Reemplazando en la ecuación (17)

$$F = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{1}{3.7\left(\frac{0.0508}{1.5 \times 10^{-6}}\right)} + \frac{5.74}{(2 \times 10^5)^{0.9}}\right)\right)^2}$$

$$F = 0.0238$$

entonces podemos comprobar que el valor de fricción asumido si coincide.

Hallando coeficiente de descarga (C_d)

$$C_d = \frac{Q_l}{(\sqrt{2} \times g \times \Delta h) \times A}$$

$$C_d = \frac{1.009 \times 10^{-3}}{(\sqrt{2} \times g \times 5) \times 5.520 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$C_d = 0.028$$

Reemplazando en la ecuación (6) para hallar el caudal de entrega

$$q = \frac{H_s \times D^2 \times U_c \times \pi \times C_d}{10 \times H_d}$$

$$q = \frac{5 \text{ m} \times 0.0508 \text{ m}^2 \times 4.05 \text{ m/s} \times \pi \times 0.028}{10 \times 36 \text{ m}}$$

$$q = 1.276 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$q = 0.8 \frac{1}{\text{min}}$$

Ecuación del caudal de suministro (Q)

para hallar el caudal de suministro podemos evaluar en función de un sistema perfecto en el cual la transferencia de flujo no varía, puesto que el caudal se sigue manteniendo por ello de esto podemos deducir:

$$q \times H_d = Q \times H_s \text{----- ecuación (21)}$$

dónde:

Q = caudal de entrega (m/s)

H_d = altura de descarga (m)

Q = caudal de suministro (m³/s)

H_s = Altura de suministro (m)

Pero en función a que existe instalaciones en nuestra bomba, podemos observar que existirán perdidas por instalaciones de accesorios, fricciones, de igual forma ya que el ariete desperdicia una cierta proporción del agua que circula por la tubería de suministro esta repercute en su rendimiento en 20% a 90 %.

Para ello evaluaremos mediante la tabla de variación de rendimiento de energía que se efectúa mediante la proporción de la altura de entrega vs la altura de suministro.

Tabla 22: Variación del rendimiento energético en función al cociente H_d/H_s

H/h	2	3	4	6	8	10	12
R	0.85	0.81	0.76	0.67	0.57	0.43	0.23

Fuente: Guía técnica para el manejo y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios PALOSAC (2006).

$$Q_s = \frac{q \times H_d}{n \times H_s}$$

Dónde:

Q_s = caudal de suministro

q = caudal de entrega

H_d = altura de descarga

H_s = altura de suministro

n = proporción de rendimiento

$$n = \frac{36}{5}$$

$$n = 7.2$$

$$n = 0.68 R \text{ (valor aproximado que se toma de la tabla N 22)}$$

$$Q_s = \frac{1.3 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s} \times 36 m}{0.68 \times 5 m}$$

$$Q_s = 1.37 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_s = 8.26 \frac{l}{min}$$

Caudal Desechado (Q_p)

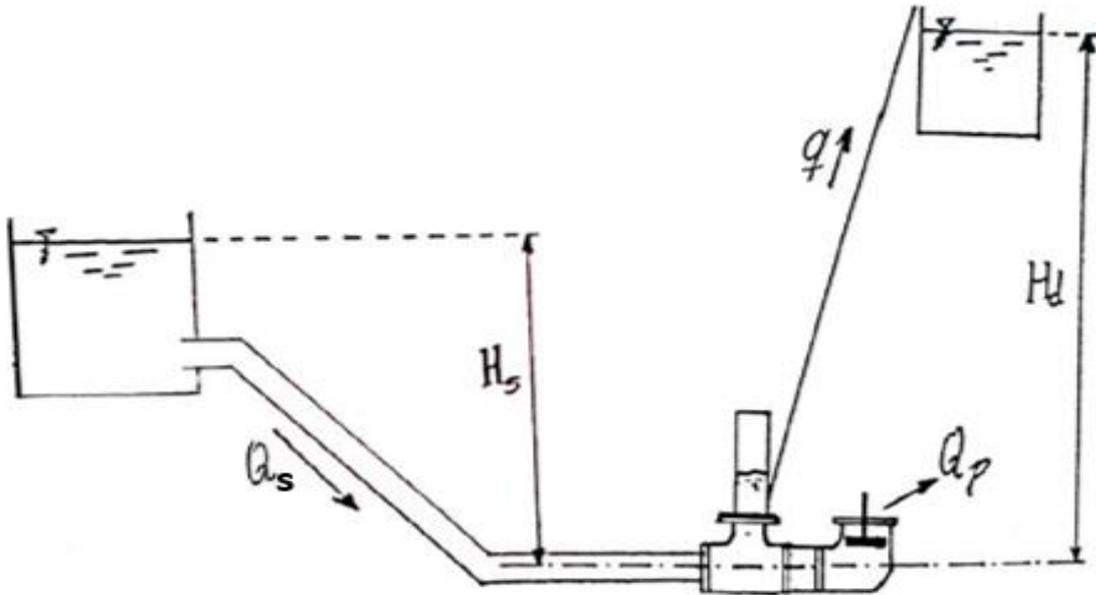


Fig.9: Diseño de una bomba de ariette hidráulico

Fuente: Pauro, C (2016).

Mediante la figura mostrada se puede evaluar que el caudal de suministro es igual a la suma del caudal desechado más el caudal de entrega.

$$Q_s = q + Q_p \text{-----ecuación (22)}$$

Dónde:

Q_s = caudal de suministro

q = caudal de entrega

Q_p = caudal desechado (m^3/s)

$$Q_s = q + Q_p$$

$$Q_p = Q_s - q$$

$$Q_p = 1.37 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s} - 1.276 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_p = 1.24 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_p = 7.44 \frac{l}{min}$$

Potencia de la bomba (P)

$$P = Y \times q \times H_d \text{-----ecuación (23)}$$

dónde:

Y = peso específico del fluido = 9810 (N/m³)

q = caudal de entrega de la bomba = 1.276 x 10⁻⁵ m³/s

H_d = altura de descarga = 36 m

$$P = 9810 \frac{N}{m^3} \times 1.276 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \times 36 \text{ m}$$

$$P = 4.5 \text{ w}$$

Parámetros de la cámara de aire

La cámara de aire es una pieza muy importante para el funcionamiento del ariete puesto que es ahí en donde se concentra la presión generada por las válvulas y generar el impulso necesario para el posterior funcionamiento. Norma técnica ISO 65.

La capacidad el aire contenido en la cámara de aire va ser hallada en función a una proporción con la cantidad de volumen de fluido en la tubería de entrega o descarga.

$$V_{te} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times H_d \text{-----ecuación (23)}$$

V_{te} = volumen de agua contenida en la tubería de entrega

d = diámetro interno de la tubería de entrega (m)

H_d = altura de entrega

Del Apéndice C se tiene:

$$d = 19.05 \text{ mm}$$

$$d = 0.0190 \text{ m}$$

$$V_{te} = \frac{\pi \times 0.0190 \text{ m}^2}{4} \times 36 \text{ m}$$

$$V_{te} = 0.0102 \text{ m}^3 = V_{te} = 10.21 \text{ lt}$$

➤ **Hallando volumen de la cámara de aire (V_{ca}) de 4"**

Nota: $V_{te} = V_{ca}$

$$V_{ca} = \frac{\pi \times (D_c)^2}{4} \times h_{ca}$$

dónde:

V_{ca} = volumen total de la cámara de aire (m^3)

d_c = diámetro interno de la cámara de aire (m)

h_{ca} = altura de cámara de aire (m)

$$h_{ca} = \frac{V_{ca} \times 4}{\pi \times D_c^2}$$

$$h_{ca} = \frac{0.0102 \times 4}{\pi \times 0,1016\text{m}}$$

$$h_{ca} = 1.25 \text{ m}$$

DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Para nuestro diseño de almacenamiento tomaremos los siguientes criterios:

Ubicación, forma, entrada de agua, tanque.

a) Ubicación

Nuestro tanque de almacenamiento se encontrará localizado en la cresta del terreno a cultivar a 36 m de donde se encuentra nuestro sistema hidro-mecánico

b) Forma

La forma de nuestro tanque de almacenamiento se diseñará en función a las características del terreno.

c) Volumen demandado para el tipo de siembra

Para darle un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos se dispone de un sistema por goteo puesto que es uno de los más eficientes, ya que no desperdicia en agua por evaporación ni percolación al respecto INIA (2010, pág. 1, parr.4) menciona que “dado cierto caudal disponible, la superficie máxima a regar a partir de esta fuente puede llegar a duplicarse al cambiar de riego por surcos a riego por goteo”

a si mismo se tomara en cuenta las horas de riego para el cultivo a elegir, en nuestro proyecto tomaremos un valor referencial en función a los estudios realizados por el instituto nacional de innovación agraria (INIA), siendo este que para cultivos de plántones de manzanas mediante el riego por surcos se necesita 10 horas aproximadamente por día, de igual forma para riego de plántones de durazno mediante el sistema por goteo con una eficiencia del 80% se necesita 20 horas de riego por día.

Evaluando dichos valores nosotros decidimos asumir el promedio de estos resultados a fin de poder establecer un valor aproximado para las horas de riego del cultivo de maíz, puesto que el maíz a diferencia de los plántones de fruta presenta una raíz más pequeña y menos profunda.

$$Hr = \frac{hs + hg}{2}$$

Dónde:

Hr = horas de riego

hs = horas de riego por surco

hg = horas de riego por goteo

reemplazando:

$$Hr = \frac{10 + 20}{2}$$

$$Hr = 15$$

Q_n : Caudal necesario

$$Q_n = 0.58 \frac{Lt}{s-h_a}$$

$$Q_n = 34.8 \frac{Lt}{min-h_a}$$

$$Q_n = 2088 \frac{Lt}{hr-h_a}$$

Se sabe que son 15 horas de regadío al día

Volumen necesario en un día

$$V_n = 2088 \frac{\text{Lt}}{\text{hr}} \times \frac{15\text{hr}}{1 \text{ día}}$$

$$V_n = 31320 \text{Lt} \times \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{ Lt}}$$

$$V_n = 31\text{m}^3$$

d) Tamaño y capacidad

Para determinar el tamaño y la capacidad se tomará en cuenta el caudal suministrado de nuestro sistema hidro-mecánico, la cantidad de agua que necesita el cultivo y el tiempo de almacenamiento.

Lo detallaremos con la siguiente ecuación:

$$V_t = q_s \times t$$

Dónde:

V_t = volumen del tanque (lt x día)

q_s = caudal suministrado por la bomba (m³/día)

t = tiempo de almacenamiento (día)

entonces:

$$q_s = 5.85 \frac{\text{Lt}}{\text{min}} \times \frac{60\text{min}}{1\text{hr}} \times \frac{24\text{hr}}{1 \text{ día}}$$

$$q_s = 8424 \frac{\text{Lt}}{\text{día}}$$

Reemplazando en la ecuación:

$$V_t = q_s \times T$$

$$V_t = 8424 \frac{\text{Lt}}{\text{día}} \times 4 \text{ días}$$

$$V_t = 33694\text{Lt}$$

$$V_t = 33m^3$$

Capacidad de tanque:

$$V_r = A_r \times L_r \times H_r \text{-----ecuación (24)}$$

dónde:

V_r = volumen de reservorio

A_r = ancho de reservorio

L_r = Longitud de reservorio

H_r = altura de reservorio

$$V_r = A_r \times L_r \times H_r$$

$$V_r = 4m \times 5m \times 1.80m$$

$$V_r = 36m^3$$

Finalmente se observa que:

$$V_n < V_t < V_r$$

$$31m^3 < 33m^3 < 36m^3$$

Como podemos apreciar los valores hallados están por debajo del volumen del reservorio, lo que quiere decir que nuestro diseño cumple con lo establecido.

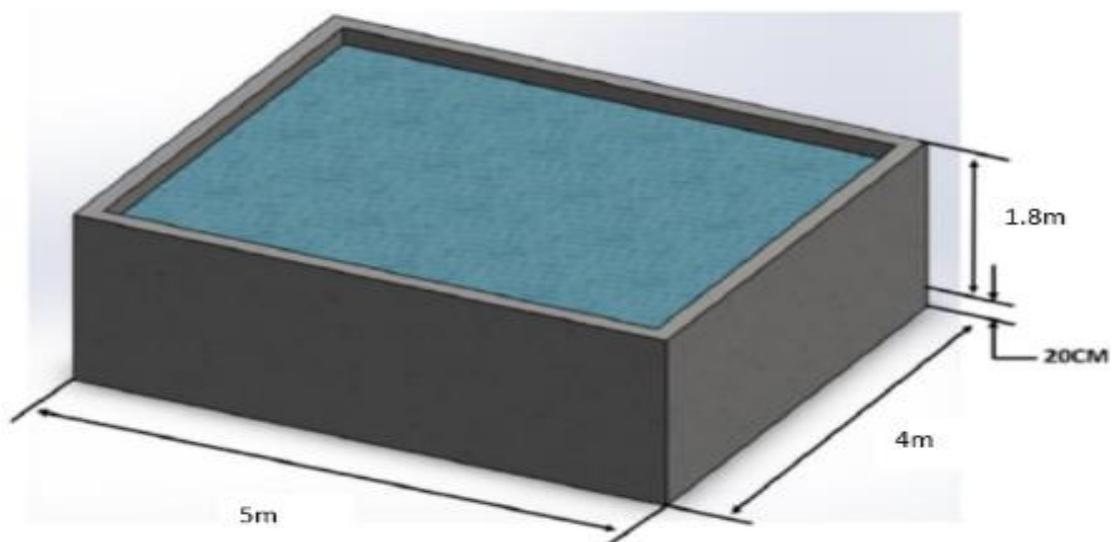


Fig.10: Tanque de almacenamiento Fuente: Pauro Chavez (2016)

3.3.3 RESULTADOS FINALES DE DISEÑO (objetivos generales)

ECUACIONES DE DISEÑO	SIMBOLOGIA	CÁLCULO REFERENCIAL	CÁLCULO TEORICO	CALCULO EMPIRICO (1)	CÁLCULO EMPIRICO (2)	U.M
ALTURA DE BOMBEO O ENTREGA	Hd	23.1	36	36	36	m
ALTURA DE SUMINISTRO	Hs	7.7	4	10.6	5	m
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	°	60°	12°	42	12°	grados
LONGITUD DE TUBERIA	L	9	20	15	21.2	m
PENDIENTE	%	171	20	90	20	porcentaje
DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUMINSTRO	D	2 "	2"	4"	2 "	in
DIAMETRO DEL ORIFICIO DEL ASIENTO DE LA VALVULA	d0	38	82	101.6	101.6	mm
ESPEJOR DEL PIE DE VALVULA CHECK	Evi	0.54	0.12	0.74	0.74	cm
DIAMETRO DEL VASTAGO DE IMPULSO	dvs	14.591	78	12.7	12.7	mm
LONGITUD DEL VASTAGO	Lvs	20	20	30	30	cm
CARRERA DE LA VALVULA DE IMPULSO	Cvi	14	30	0	10	mm
VELOCIDAD DE CIERRE	Uc	1.89	4.05	0	N/D	m/s
VELOCIDAD EN EL PUNTO 2	V2	2.792	2.039	0	N/D	m/s
AREA DEL ASIENTO DE LA VALVULA	Aav	0.001134	0.00533	0	N/D	m ²
AREA DEL VASTAGO DE LA VALVULA	Avi	0.000177	0.004778	0	0.000125	m ²
AREA EN EL PUNTO 2	A2	0.000957	0.000552	0	N/D	m ²
CAUDAL LIBRE	Ql	160.385	60.54	0	N/D	Lt/min
VELOCIDAD EN LA TUBERIA DE SUMINISTRO	Vt	1.172	0.497	0	N/D	m/s
VELOCIDAD EN EL CUERPO DEL ARIETTE	Vc	1.319	0.124	0	N/D	m/s
NUMERO DE REYNOLDS	Nre	61906.001	27972.898	0	N/D	--
FACTOR DE FRICCION	F	0.0231	0.024	0	N/D	--
COEFICIENTE DE DESCARGA	Cd	0.0227	0.028	0	N/D	--
CAUDAL DE ENTREGA	q	8.766	0.8	0	5.85	Lt/min
CAUDAL DE SUMINSTRO	Q	32.467	8.26	47.35	47.35	Lt/min
CAUDAL DESECHADO	Qp	23.7	7.44	0	41.5	Lt/min
POTENCIA DE LA BOMBA	p	33.11	4.5	0	34.43	Watts

Tabla 23: Resultados generales de parámetros de diseño

Fuente: Elaboración propia

PRUEBAS	ALTURA DE ENTREGA	ALTURA DE SUMINISTRO	ANGULO DE INCLINACIÓN	LONGITUD DE TUBERÍA	PENDIENTE	ÁNGULO DE TUBERÍA DE SUMINISTRO
FACTOR DE DISEÑO HIDRAULICO	36m	5m	12°	21,2m	21%	2"
PARAMETROS DE DISEÑO DE BOMBA (MAGNITUDES COMERCIALES DE FÁBRICA)	Angulo de orificio de la válvula	Espesor de pie de válvula check	Diámetro del vástago de impulso	Longitud del vástago	Carrera de la válvula	Área del vástago
	0.1016m	0.74 cm	12.7 mm	30cm	10mm	0.0125 cm ²
ANÁLISIS DE CAUDALES	Caudal del suministro	Caudal desechado	Caudal necesario(C.U.R)		Caudal de entrega	
	47.35 lt/min	41.5 lt/min	36 lt/min-ha		5.85 lt/min	

Tabla 24: Resultados de pruebas realizados en campo

Fuente: Elaboración propia

3.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.4.1 Estudio de la alteración de la relación de magnitudes de los factores de diseño en la optimización del riego de cultivo.

Las ecuaciones realizadas para hallar el valor de las magnitudes fueron realizadas según el manual de Hydraulic ram for Pumping water S.B Watt y el ISO 65 para control de calidad del material a utilizar, siendo el material elegido de acero galvanizado para el cuerpo de la bomba y de material de PVC para las tuberías de suministro y de descarga.

como se muestra en la tabla N°23 en el cálculo empírico (2) se trabajó con una longitud de tubería de 21.2 m, un Ø de tubería de abastecimiento de 2", una pendiente del 20 %, un ángulo de inclinación de tubería de suministro de 12 ° y una altura de suministro de 5 m.

con estos valores el sistema entrega un caudal de 5.85 lt/min, en cambio para el cálculo (1) se trabajó con una longitud de tubería de 15 m, un Ø de tubería de abastecimiento de 4", una pendiente del 90 %, un ángulo de inclinación de tubería de suministro de 42 ° y una altura de suministro de 10.6 m; con estos valores el sistema no llego a aperturar el funcionamiento, mucho menos genero el ciclo repetitivo para generar el caudal de entrega siendo igual a cero.

Si se compara el segundo calculo con el primero notaremos que el diseño del segundo supera en un 100% al primero puesto que este segundo si llego a funcionar el sistema.

Si comparamos el cálculo teórico, con el segundo calculo notaremos que el teórico entrega 1/7 parte del caudal que entrega el segundo cálculo, pero si comparamos el segundo calculo con el cálculo referencial, esta entrega los 3/5 del caudal que entrega el cálculo de referencia.

Finalmente podemos aseverar que es notoria la reducción y el aumento del caudal de entrega generado en función a las magnitudes de diseño hallados, confirmando así que se genera una alteración significativa en la optimización del riego de cultivo puesto que este depende del caudal de entrega que se genere.

3.4.2 Cálculo de la variación del desempeño en función a los parámetros de diseño de bomba, para la optimización del riego de cultivo.

Las ecuaciones realizadas para hallar los parámetros de diseño fueron realizadas según el manual de Hydraulic ram for Pumping water S.B Watt, NEKRASOV, COLOMBO y STRANEO-CONSORTI.

como se muestra en la tabla N°23 en el cálculo empírico (2) se trabajó con una carrera de la valvula igual a 10mm, un diámetro del vástago de impulso igual 12.7 mm y un espesor

de pie de válvula check igual a 0.74 cm , con estos valores la bomba diseñada entrega un caudal 5.85 lt/min y genera una potencia de 34.33 watts. Sin embargo si evaluamos el cálculo teórico con una una carrera de la válvula igual a 30 mm, un diámetro del vástago de impulso igual 78 mm y un espesor de pie de válvula check igual a 0.12 cm , con estos valores la bomba diseñada entrega un caudal 0.8 lt/min y genera una potencia de 4.5 watts; pudiendo notar que existe una variación en el valor de la potencia, generada por la diferencia magnitudes en la carrera de la válvula.

Ahora bien, en dichos valores hallados podemos percatarnos que la potencia generada del primer cálculo supera a la potencia del valor teórico, pero si comparamos con el cálculo de referencia este resulta 33.11 watts. Lo cual nos expresa una variación considerable en el desempeño de nuestra bomba, ya que se puede verificar que la carrera de la válvula determina dicha variación en la potencia de la bomba repercutiendo directamente en su desempeño.

3.4.3 Análisis de la relación de caudales y su repercusión en la optimización del riego de cultivo.

Las ecuaciones realizadas para hallar los caudales necesarios fueron realizadas según el manual de Hydraulic ram for Pumping water S.B Watt, La ecuación general de la energía, la ecuación de Darcy.

como se muestra en la tabla N°23 en el cálculo empírico (2) se trabajó con un caudal de suministro de 47.35 lt/min. un caudal de desechado de 41.4lt/min y caudal de entrega de 5.85 lt/min, dichos caudales nos permiten obtener un volumen de 33 m³ a razón de un bombeo continuo de 4 días, pudiendo satisfacer la demanda hídrica de nuestro Marco de riego el cual demanda un volumen de 32.5 m³/da siendo la frecuencia de riego semanal a razón de 3 horas de riego al día.

En el cálculo referencial se determinó un caudal de suministro de 29.11 lt/min, un caudal de desechado de 21.21 t/min y caudal de entrega de 8.76 lt/min, dichos caudales nos permiten obtener un volumen de 50 m³ en 4 días de bombeo, pudiendo satisfacer la demanda hídrica.

Sin embargo, en el cálculo teórico se determinó un caudal de suministro de 8.26 lt/min, un caudal de desechado de 7.44 t/min y caudal de entrega de 0.8 lt/min, dichos caudales nos permiten obtener un volumen de 4 m³ en 4 días de bombeo, pudiendo percatarnos que no cumple con la demanda hídrica en este caso.

De igual forma y en función a los caudales hallados podemos percibir que la optimización del riego de cultivo está relacionado de forma directa mente proporcional a su caudal de suministro y de entrega, puesto que, a mayor caudal de suministro, mayor caudal de entrega y a mayor caudal de entrega mayor volumen de entrega a nuestro reservorio. Lo cual nos permitirá optimizar el riego de cultivo.

3.4.4 análisis de la incidencia de los parámetros de diseño del sistema en la optimización del riego de cultivo

en función a los parámetros hallados en los objetivos anteriores se pudo determinar

En la tabla N° 24 podemos apreciar todos los resultados a los cuales se tenían que llegar, llegando a destacar nuestro caudal de entrega que es de 5.85 lt/min, así como el cálculo teórico y los cálculos empíricos realizados en campo (tabla 23). Se debe de tomar en cuenta que los resultados obtenidos empíricamente son el resultado de las muchas practicas e hipótesis realizadas en campo, puesto que cabe recordar que dicho sistema hidromecánico en su primera puesta en escena no llevo a funcionar en lo absoluto, lo cual nos obligó a plantear hipótesis en campo y derivar diversas opciones para encontrar el error, o el punto de equilibrio que permita el funcionamiento insitu de la bomba. Llegando hallar así los parámetros de diseño exactos los cuales fueron una longitud de tubería de 21.2 m, un Ø de tubería de abastecimiento de 2", una pendiente del 20 %, un ángulo de inclinación de tubería de suministro de 12 ° y una altura de suministro de 5 m, una carrera de la válvula igual a 10 mm, un diámetro del vástago de impulso igual 12.7 mm y un espesor de pie de válvula check igual a 0.74 cm , con estos valores la bomba diseñada entrega un caudal 5.85 lt/min y genera una potencia de 34.33 watts. Determinando así una incidencia significativamente en la optimización del riego de cultivo.

CONTRASTACION DE HIPÓTESIS

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

Para poder realizar una contrastación de nuestra hipótesis general, debemos tener en cuenta los medios y contextos de los diversos escenarios en donde pone la puesta en escena nuestro sistema hidro-mecánico, por ejemplo, se puede tener diferentes resultados cuando se tiene un caudal necesario para el caudal de suministro, o la pendiente necesaria para la energía cinética, etc.

Para nuestro proyecto que tiene como hipótesis general: **Los parámetros de diseño del sistema de abastecimiento hidro -mecánico inciden de forma positiva e indispensable en la optimización del riego e cultivo en alto Cenepa-Junín 2019.**

como se demostró en el capítulo de resultados en la ecuación número (6) del ítem 3.1.1.17 hallando el coeficiente de descarga, se pudo determinar un caudal de entrega de , **1.276×10^{-5}** m³/s lo que equivale a 0.8 lt/min dicho valor hallado en forma teórica , pero pudimos demostrar aún más el valor del caudal puesto que en la prueba empírica realizada en campo ajustando los parámetros de diseño, se obtuvo un caudal de entrega de 5.85 lt/min , resultados que respaldan que los parámetros de diseño del sistema hidro-mecánico inciden de forma indispensable en la optimización del riego de cultivo puesto que convierte al agricultor en agricultor independiente de las lluvias estacionarias.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Para nuestra tesis mencionada se optó por tres hipótesis específicas:

- a) La primera hipótesis que lleva por nombre **“La relación de magnitudes de factores de diseño hidráulico alteran positivamente la optimización del riego de cultivos en Alto Cenepa-Junín 2019.”** , bien al culminar el cálculo teórico y los diferentes ensayos en campo en función a valorar los factores de diseño hidráulico se obtuvo un rendimiento nulo con un Ø de 4” de tubería de abastecimiento, un ángulo de inclinación de 45° y una altura de suministro de 12 m de altura , sin embargo cuando se trabajó con Ø de 2” de tubería de abastecimiento, un Angulo de inclinación de 12° y una altura de suministro de 5m de altura se pudo obtener la impulsión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema. Esto respalda que la relación de factores de diseño **SI** alteran la optimización del riego de cultivo.

- b) La segunda hipótesis que viene ser : **Los parámetros de diseño de bomba varían de forma considerable en el desempeño del sistema hidro-mecánico para la optimización del riego de cultivo..** Como podemos notar nuestra segunda hipótesis evalúa los diseños internos de la bomba. Obteniéndose una carrera de la válvula de 30 mm, un \varnothing del vástago de impulso de 78 mm y un espesor de válvula check de 0.001148 m; sin embargo cuando se trabajo con una carrera de la válvula de 10 mm, un \varnothing del vástago de impulso de 12.7 mm y un espesor de válvula check de 0.0074 m; se pudo obtener una mejor respuesta de impulso puesto que a mayor tiempo de desplazamiento de la carrera de la válvula , mayor incremento de sobrepresión existirá en la cámara de aire. Por ello se reafirma que los parámetros de diseño de bomba permiten la variación considerable en el desempeño del sistema.
- c) La tercera hipótesis menciona : **“La relación de caudales repercute directamente Proporcional en la potencia del sistema Hidro- mecánico para la optimización del riego de cultivo..”** si bien es cierto los tres caudales hallados ya están entrelazados entre por que uno depende del otro para poder ser determinado, se obtuvo un resultado teórico de Caudal de suministro (Q) = 8.26 lt/min, un caudal desechado (Qp) de 7.44 lt/min y un caudal de entrega de (q) de 0.8 lt/min y una potencia (P) de 4.5 w. sin embargo con los resultados obtenidos en campo se obtuvo un Caudal de suministro (Q) = 47.35 lt/min, un caudal desechado (Qp) de 41.5 lt/min ,un caudal de entrega de (q) de 5.85 lt/min y una potencia (P) de 34.4 w.

Pudiendo percatarnos que a mayor caudal de entrega obtenido la potencia del sistema tiende a aumentar, comprobando así que ambos parámetros están relacionados de forma directamente proporcional al valor de su magnitud.

IV. DISCUSIÓN

4 DISCUSIONES

Discusión 1: Alteración de la relación de magnitudes de los factores de diseño en la optimización del riego de cultivo

De acuerdo con los resultados obtenidos la alteración de la optimización de riego esta sujeta a hallar las magnitudes correctas de los factores diseño , siendo estos la altura de entrega o bombeo (Hd) igual a 36 m, con una altura de suministro (Hs) de 5 m, un Angulo de inclinación 12° sexagesimales, así mismo se contó con una pendiente del 20 %, \varnothing de tubería de suministro de 2". Dichos parámetros alteran significativamente en la optimización puesto que si no se llega a estar dentro de los límites permisibles, el sistema no funcionaría alterando a si la optimización del riego.

Al respecto (Pauro,2016, pag.114) en su tesis **“diseño de bomba de ariete hidráulico, en la asociación san miguel-yacango- Moquegua”**. En la tabla número 5 se puede distinguir los resultados similares de los parámetros obtenido líneas arriba, (Hd) igual a 23.1 m, una altura de suministro (Hs) de 7.7 m, con un Angulo de inclinación 60° sexagesimales, así mismo se contó con una pendiente del 56 %. Con los datos obtenidos el presente autor logra impulsar el caudal necesario para su proyecto plasmado.

De igual forma (Huari, 2012, pag.11) en la presente tesis para alcanzar el grado de magister en ingeniería mecánica que lleva por nombre **“Optimización de los factores del fenómeno de ariete para mejorar el rendimiento de la bomba de ariete”**. Citando a (Paiz,1996, pag11) menciona que para alcanzar una potencia de 60.78% y 58,67% se tuvo que optar con una altura de suministro de 1.50 m , y una altura de entrega de 10.50 m y se tomó en cuenta también la relación de la altura de suministro y la altura de descarga , Hd/Hs, pendiente de tubería y ángulo de inclinación.

Finalmente se puede concluir que los factores de diseño, están dentro de un límite permisible el cual nos permite llegar a hacer funcionar todo el sistema, alguna magnitud que difiera de esta, repercutiría en tu totalidad alterando significativamente la optimización del riego

Discusión 2: Variación del desempeño en función a los parámetros de diseño de bomba

Al observar los resultados encontramos que el desempeño del sistema sufre variaciones considerables en función a los parámetros de diseño de bomba, dado que el desempeño disminuye si la carrera de la válvula y el diámetro del vástago aumentan. los parámetros hallados fueron la carrera de válvula obteniéndose un resultado de 10 mm, así mismo se obtuvo un diámetro del vástago de impulso igual a 12.7 mm, un espesor de pie de válvula chek igual a 0.0074 m.

A si mismo (Campaña y Guamán, 2011.pag.175) en la presente tesis para alcanzar el grado de ING. Mecánico que lleva por nombre “**Diseño y construcción de una bomba de ariete Hidráulico**”, menciona que el ariete hidráulico teniendo una variación de la carrera de la válvula entre un margen de 0.175 – 0.225 m se obtiene un resultado de una máxima potencia, para ello para lograr dichos valores se requiere de una altura de suministro de 6.5 m, a lo cual el autor enfatiza que : “ la correcta sincronización de la carrera de la válvula y la variable de la constante del resorte generara el impulso correcto y necesario para satisfacer la altura planteada para llegar al reservorio de entrega.(Campaña y Guamán, 2011.pag. 152, par 4)”

De igual forma (Paredes, 2012, pag.158) en su tesis de “**diseño e instalación de un sistema de bombeo mediante ariete hidráulico en la comunidad de Airon Cebadas-Ecuador**”, detalla los cálculos hallados con una altura suministro de 8 m. como el caudal de ingreso de (Q) igual a 2 lt/s, una carrera de la válvula (Cvi) igual a 20 mm, un caudal de descarga de (q) igual a 20 lt/s, una longitud de tubería (L) igual a 36.82 m. Con los presentes datos obtenidos el autor concluye que para el correcto funcionamiento se debe enfatizar en un buen cálculo de longitud y diámetro de tubería.

Por ende y en función a los parámetros evaluados, los datos obtenidos en campo y los resultados de las diferentes tesis que respaldan nuestro proyecto podemos concluir que evaluar los parámetros de diseño de bomba es de vital importancia puesto de ello depende el desempeño del sistema.

Discusión 3: Repercusión de la relación de caudales en la optimización del riego de cultivo.

En función a los resultados obtenidos podemos aseverar que la relación de caudales de suministro, entrega y desechado repercuten de forma directamente proporcional al valor de sus magnitudes, siendo más enfático si el valor del caudal de entrega aumentase entonces obtendríamos una mejor optimización del riego de cultivo. En función a ello se obtuvo un caudal de entrega de 5.85 lt/min, un caudal desechado de 7.44 lt/min y 41.5 lt/min y un caudal de suministro 47.35 lt/min

Al respecto (Pauro,2016, pag.115) en su tesis **“diseño de bomba de ariete hidráulico, en la asociación san miguel-yacango- Moquegua”**. Se obtuvo un caudal de entrega de 21.716 lt/min con una altura de elevación de más de los 23.10 m. demostrando así que con una altura determinada se logra elevar al punto más alto del terreno, el caudal necesario para surtir de agua e irrigar el área disponible.

A si mismo (Paredes, 2012, pag.25) en su tesis de **“diseño e instalación de un sistema de bombeo mediante ariete hidráulico en la comunidad de Airon Cebadas-Ecuador”**, teniendo como objetivo principal diseñar e instalar un sistema de bombeo mecánico mediante el uso del golpe de ariete. En dicho diseño se logró un caudal de entrega de 13.2 lt/m,

Finalmente podemos constatar que los resultados obtenidos son semejantes en función a los objetivos dados, siendo algunos de ellos de mayor demanda de caudal en función a la necesidad para lo cual fue diseñado, por ende y en función a las comparaciones evaluadas nos permite concluir que nuestro objetivo fue logrado.

Discusión 4: incidencia de los parámetros de diseño del sistema de abastecimiento para optimizar el riego de cultivo.

De acuerdo con nuestros resultados obtenidos los parámetros de diseño del sistema hidro-mecánico inciden de forma significativa, puesto que cada uno de las 3 dimensiones

evaluadas son de vital importancia en el desempeño y en la repercusión del funcionamiento correcto del sistema. obteniéndose como resultados una tubería de suministro de 21.2 m, y 2,00 in de diámetro nominal, una carrera de la válvula de 10 mm , generando así un caudal de entrega de 5.85 lt/min ,una altura de suministro de 5 m, lo cual nos permite satisfacer el caudal requerido para nuestro proyecto. A si mismo se tomó en cuenta el cálculo de C.U R el cual se obtuvo como resultado un coeficiente unitario de riego de 0.58 a 0.56 lt/s por hectárea

De igual forma (Paredes, 2012, pag.158) en su tesis de **“diseño e instalación de un sistema de bombeo mediante ariette hidráulico en la comunidad de Airon Cebadas-Ecuador”**, detalla los cálculos hallados como el caudal de ingreso de (Q) igual a 2 lt/s , una carrera de la válvula (Cvi) igual a 20 mm , un caudal de descarga de (q) igual a 20 lt/s, una longitud de tubería (L) igual a 36.82 m con los presentes datos obtenidos el autor concluye que para el correcto funcionamiento se debe enfatizar en un buen cálculo de longitud y diámetro de tubería .

Según Pauro Chaves (2016), en la tesis titulada **“Diseño de Bomba de Ariette Hidráulico en la asociación San Miguel-Yacango distrito de Torata región Moquegua”**

Que tiene como objetivo principal: Determinar si el diseño de una bomba de ariete logrará cumplir los requisitos de caudal y altura necesarios para surtir de agua para irrigar las tierras eriazas en la Asociación San Miguel, 2016. A lo cual concluye que dicho sistema si llega a cumplir los requisitos necesarios para poder impulsar el agua al terreno más alto y poder irrigar todo el terreno disponible, puesto que emplea iniciando el cálculo con una tubería de 24 m de longitud y 2,00 in de diámetro nominal, con una carrera para la válvula de impulso igual a 14,00 mm, con estos valores la bomba diseñada entrega un caudal de 7,837 l/min, el caudal necesario para que la bomba entre en funcionamiento es de 29,111 l/min, con un caudal perdido de 21,274 l/min, lo que da un rendimiento de 26,9 %, y una potencia de 29,6 Watts.

Finalmente se concluye que los resultados obtenidos en la presente tesis, varían en función ala condiciones físicas y mecánicas, lo cual realizando los ajustes y diseños previos se pudo obtener los objetivos plasmados.

V. CONCLUSIONES

5 CONCLUSIONES

C – 1.-

Se concluye que las relaciones de magnitudes de los factores de diseño fueron muy determinantes al grado de alterar de forma favorable en su totalidad el correcto funcionamiento del sistema, para ello se hallaron las relaciones correctas, obteniéndose como resultado un \emptyset de tubería de abastecimiento de 2", con una altura de suministro de agua de 5 m, una pendiente de 20% y un Angulo de inclinación de tubería de 12°.

C – 2.-

Se puede concluir que existe una variación considerable en el desempeño del sistema puesto que, si la carrera de la válvula y el diámetro del vástago aumentan sus magnitudes, entonces el desempeño disminuye. para nuestro sistema se obtuvo como resultado más eficiente una carrera de la válvula de impulso de 10 mm, un diámetro del vástago de impulso de 12.7 mm y un espesor del pie de válvula check de 7 mm . determinando a si la efectividad del impulso de la bomba.

C – 3.-

En función a los resultados obtenidos se puede concluir que los caudales obtenidos repercuten de forma directamente proporcional en la optimización del riego de cultivo, puesto que, a mayor caudal de entrega, mayor área de riego. Así se obtuvo obteniendo un caudal de suministro de 47.37 Lt/min, con un caudal desechado de 41.5 lt/min, un caudal de entrega de 5.85 lt/min.

C – 4.-

se concluye que los parámetros de diseño del sistema hidro-mecánico representan el eje en si de todo el proyecto puesto no se lograría poder optimizar el riego si es que nuestro sistema no llegase a funcionar, es por ello que se debe tomar en cuenta los parámetros establecidos. Para obtener mejores resultados.

VI. RECOMENDACIONES

6 RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN 1

Se recomienda para un correcto funcionamiento de la bomba, que el \emptyset de la tubería de abastecimiento no debe superar al \emptyset de la bomba, así como el Angulo de inclinación de la tubería debe estar entre los 12 a 30°, finalmente se debe determinar una correcta altura de impulsión puesto que, por cada metro de desnivel entre la bomba y el abastecimiento, este impulsa entre 8 a 9 m de altura.

RECOMENDACIÓN 2

se debe tener en cuenta un correcto análisis de los parámetros de diseño de la bomba, puesto que de ello depende la potencia necesaria para poder generar el impulso. Siendo la carrera de la válvula el factor más importante, ya que es la pieza reguladora del desplazamiento del vástago de impulso.

RECOMENDACIÓN 3

para un buen control de ingeniera se debe tener los caudales necesarios para poder generar el caudal de entrega optimo, para ello se debe optar por un buen sistema de abastecimiento que cuente con un desarenador y este drene los excedentes al cauce del rio de captación.

RECOMENDACIÓN 4

Para una correcta optimización del riego de cultivos en Alto Cenepa se recomienda implementar más programas de desarrollo agrícola, puesto que la presente tesis solo es un paréntesis, en función a los diversos carencias y falta de presencia del estado peruano en dicha comunidad.

REFERENCIAS:

REFEFRENCIAS NACIONALES.

- EL COMERCIO Perú: Gestión gubernamental. (2015).
Disponible en : <https://elcomercio.pe/lima/falta-gestion-integrada-crisis-agua-peru-370180>.
- ROQUE. Optimización de la energía. (2012).
Disponible en : <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-hidraulica-426>
- GONZALES: diseño y construcción de una bomba de ariette para una capacidad de 102 litros por hora y una altura de 8 metros” (2015).
Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v43n2/v43n2a14.pdf>
- MINAGRI, Perú: Plan de conservación y visión agrícola. (2018).
Disponible en: <http://minagri.gob.pe/portal/objetivos/22-sector-agrario/visión-general/190-problemas-en-la-agricultura-peruana>.
- ROJAS. utilización de una bomba de ariette para la alimentación de agua a predios rurales, a partir de cauces naturales de agua. Iquitos – Perú”. (2013).
Disponible en : <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/1908>
- RODRIGUEZ. Definición de tipo de investigación aplicada (2008).
Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>
- MORALES. Niveles de tipo de investigación (2000).
Disponible en : http://www.academia.edu/4646164/Tipos_de_Investigaci%C3%B3n
- INEI (2017), Censos nacionales 2017 XII de población y vivienda y III de comunidades indígenas
Disponible en : <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/censos/>

- LOPEZ. (2004), Definición de población, muestra y muestreo. Análisis de tipo de investigación.
Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012

- SENAMHI (2015) Coeficiente global de desarrollo KG. Revista peruana GEO-ATMOSFERICA.
Disponible en:
https://web2.senamhi.gob.pe/rpga/pdf/2015_vol04/paper3.pdf

- BERNARDINO. (2016) Evaluacion del rendimiento del ariete hidráulico BAH-1.1/2
Disponible en: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/485>

- SENHAMI (2008). Mezonificacion ecologica y económica para el desarrollo sostenible de la provincia de Satipo.
Disponible en : <https://es.scribd.com/document/16559127/Satipo-clima>

- MIRANDA.(2012). Factores que permiten confeccionar un programa de riego.INIA.
Disponible en : <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR11862.pdf>

- INIA (2010). Eficiencia en sistemas de riego por goteo en el secano.
Disponible en : <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR36672.pdf>

- PAURO.(2018) . Sistema de bomba de ariete hidráulico, en la asociacion San Miguel. Yacango distrito Torata región Moquegua ,2106.- Universidad José Carlos Mariátegui –Perú

- GONZALES. Eduardo (2105). Diseño y construcción de una bomba de ariete para una capacidad de 102 litros por hora y una altura de 8 metros.. Universidad Católica de Santa María.

REFERENCIAS INTERNACIONALES

- FERRER: conceptos básicos de metodología de investigación (2018).
Disponible en: <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>.
- ALLIEVI, J (1986), “Teoría de la aceleración de onda provocada por sobrepresión.” Tomo II, Vol 13, pag 74.
- JOUWKOSKI, G (1993) “Teoría de fluidos y golpe de ariette en tuberías de descarga” . Tomo I , Vol 1, Pag 86-96..
- MOOT (1982). “Mecánica de fluidos aplicada, conservación de energía y ecuación de energía ”.
- ISO65 (2017), Requisitos generales para los organismos que operan sistemas de certificación de productos.IFFO.
Disponible en : <http://www.iffonet.es/credibilidad-iso65>
- INIA (2010), Programa nacional de innovación agraria .
Disponible en :
http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/788/1/INIA-Memoria_2011.pdf
- INIA (2010), Estaciones experimentales Agrarias. Oficina general de planificación.
Disponible en :
<http://www.inia.cl/wpcontent/uploads/ManualesdeProduccion/08%20Manual%20Durazner%20v2.pdf>

- NEKRASOV.B HIDRAULICA (2017). Ecuación general de la energía.

Disponible en: <https://www.amazon.es/Hidraulica-B-Nekrasov/dp/B008VJ9L5C>

- STRANEO – CONSORTI (2014) El dibujo Técnico Mecánico .ESPAÑA.

Disponible en : <https://es.scribd.com/doc/275226733/Dibujo-Tecnico-Mecanico-Straneo-y-Consorti>

- MOOT. Robert ()

Disponible en

http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6180

- INIA. (2017) Manual de manejo del cultivo. Santiago-chile

Disponible en:

<http://www.inia.cl/wpcontent/uploads/ManualesdeProduccion/08%20Manual%20Duraznero%20v2.pdf>

- PAREDES. Maria (2012). Diseño e instalación de un sistema de bombeo mediante ariete hidráulico en la comunidad de airon cebadas. Universidad del Chimborazo – Ecuador.

- CALONGE. Cynthia (2106). Diseño, construcción y puesta a punto de un banco de pruebas para el estudio del golpe de ariete en instalaciones hidráulicas. Universidad de Valladolid –ESPAÑA

ANEXOS



Fig. 14 Bomba hidro-mecánica de 4 pulgadas

Fuente:
elaboración propia



Fig. 15 Sistema 12° de inclinación con una pendiente de 20 % y un desnivel de 4 m entre la altura de trabajo y el nivel de referencia.

Fuente:
elaboración propia

Funcionamiento del sistema hidro-mecánico.

- Primera etapa : válvula de pase cerrada, válvula check de impulso abierto

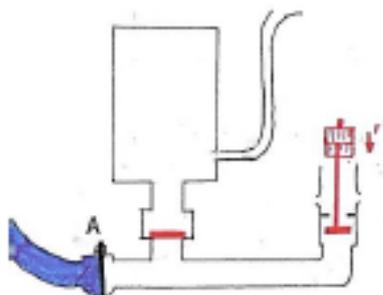


Figura 16: primera fase de apertura de ariete

Fuente: Pauro, C (2016). Diseño de una bomba de ariete hidráulico

- Segunda etapa: apertura de la válvula de pase y posteriormente por efecto de la trayectoria del fluido, se cierra la válvula de impulso

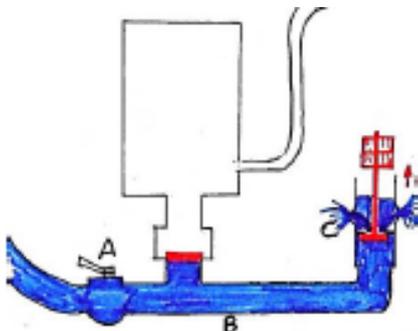


Figura 17: comienzo del ciclo del ariete

Fuente: Pauro, C (2016). Diseño de una bomba de ariete hidráulico.

- Tercera etapa: apertura de la válvula de pase hacia la cámara de aire y apertura de la válvula de impulso producto de la depresión generada.

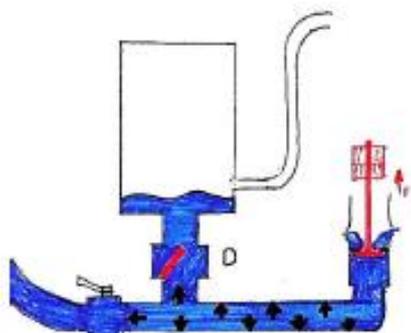


Figura 18: proceso de impulso del fluido

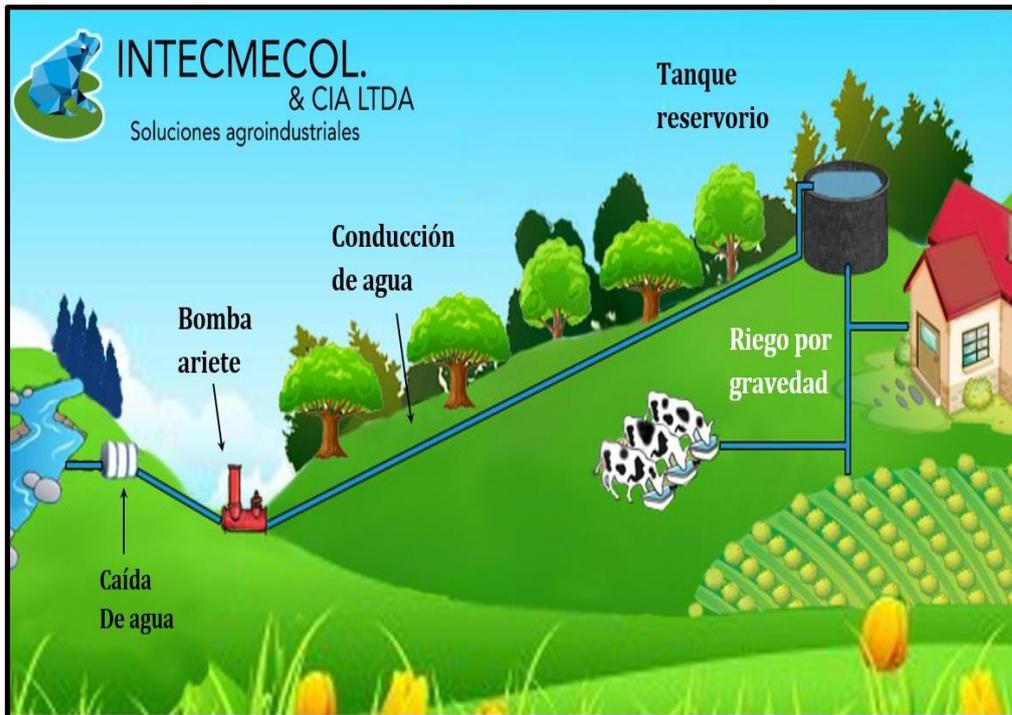


fig.19. Esquema Dinámico del sistema hidro-mecánico

Fuente : INTEMECOL

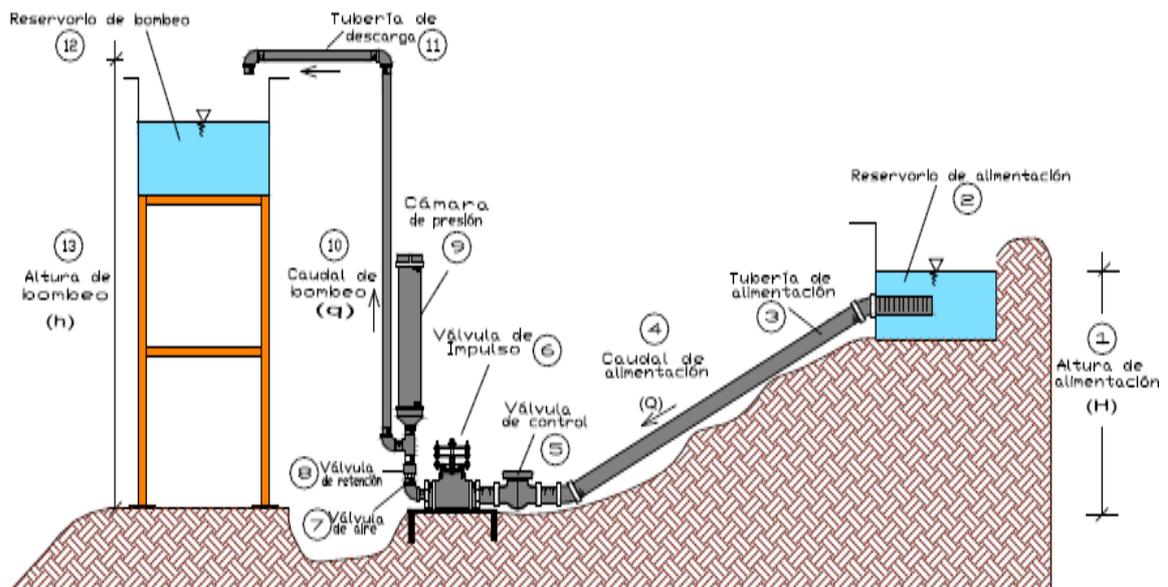


Fig.20 partes de la bomba de impulsión

Fuente: Analisis científico Universidad Nacional Agraria la Molina.

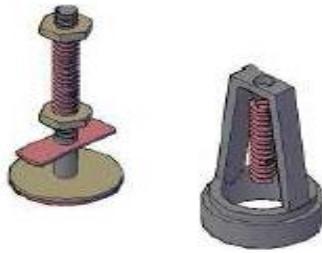


fig 21. vástago de fabrica

fuelle : escuela politécnica nacional
-facultad de ING. Mecánica

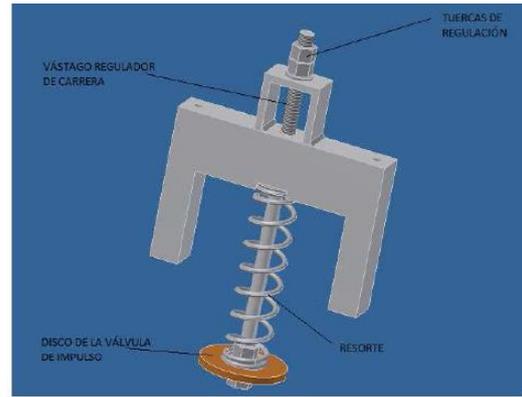


fig.22 vástago con resorte y bridas

fuelle : escuela politécnica nacional
facultad de ING. Mecánica