



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



Evaluación de un sistema de bombeo tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, sector Punta de Doña - Moyobamba

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Albert Piña Oclocho

ASESOR:

Lic. Dr. Fabian Centurión Tapia

Código N° 60510919

Moyobamba – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



Evaluación de un sistema de bombeo tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, sector Punta de Doña - Moyobamba

AUTOR:

Albert Piña Oclocho

Sustentada y aprobada el 12 de mayo del 2021, por los siguientes jurados:

.....
Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Presidente

.....
Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález

Secretario

.....
Lic. M.Sc. Roydichan Olano Arévalo

Miembro

.....
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Albert Piña Oclocho, con DNI N° 73014549, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Evaluación de un sistema de bombeo tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, sector Punta de Doña -Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 12 de mayo del 2021.



.....
Bach. Albert Piña Oclocho

DNI N° 73014549

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	ALBERT PINA OCLOCHO		
Código de alumno :	73014549	Teléfono:	990966488
Correo electrónico :	albert.p.o.1998@gmail.com DNI: 73014549		

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	ECOLOGIA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA SANITARIA

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	Evaluación de un sistema de bombeo tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, Sector Punta de Doña- Moyobamba.
Año de publicación:	2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



.....
Firma y huella del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

22/09/2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.

Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado:

A Wagner y María, mis amados padres por su apoyo incondicional, a quienes les debo la existencia, quienes con todo su amor y esfuerzo me han acompañado y guiado a lo largo de mi carrera Universitaria, por brindarme el ejemplo de esfuerzo ante tantas adversidades.

A mis queridos hermanos, por haber compartido tantas cosas conmigo y por su invaluable apoyo en todas las etapas de mi vida, por demostrarme su amor.

A Yuleisdy muchas gracias por todo tu amor, paciencia y acompañamiento durante todo este proceso.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y siempre me acompañan en todos mis sueños y metas.

Agradecimiento

A mi casa de estudios, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por la formación profesional brindada durante los 5 años de estudio, a los docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su dedicación e importante labor cada día.

Albert Piña Oclocho.

Índice General

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice General.....	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
 Introducción.....	 1
CAPÍTULO I	3
REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación	3
1.1.1. A nivel internacional	3
1.1.2. A nivel nacional	3
1.1.3. A nivel local	4
1.2. Bases teóricas	5
1.2.1. Sistema bomba de ariete.....	5
1.2.2. Abastecimiento de agua.....	16
1.3. Definición de términos básicos.....	16
CAPÍTULO II.....	18
MATERIAL Y MÉTODOS	18
2.1. Material	18
2.1.1. Medio de transporte.....	18
2.1.2. Materiales.....	18
2.1.3. Equipos.....	19
2.1.4. Formatos.....	19
2.1.5. Indumentaria de protección.....	20
2.1.6. Otros.....	20
2.2. Métodos.....	20
2.2.1. Identificación de la zona de estudio	20
2.2.2. Diseño del sistema	21
2.2.3. Construcción e instalación del ariete hidráulico.....	24
CAPÍTULO III	30

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
3.1. Resultados	30
3.1.1. Presupuesto.....	30
3.1.2. Encuesta de nivel de satisfacción EPS-Moyobamba.....	31
3.1.3. Cálculo de Caudales.....	32
3.1.4. Cálculo de la Eficiencia	37
3.1.5. Encuesta de nivel de satisfacción sistema de ariete.....	38
3.2. Discusiones	39
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	45
Anexo 1. Encuesta nivel de satisfacción n°01	46
Anexo 2. Encuesta nivel de satisfacción n°02	47
Anexo 3. Encuesta nivel de satisfacción n°03	48
Anexo 4. Encuesta nivel de satisfacción n°04.....	49
Anexo 5. Encuesta nivel de satisfacción n°05	50
Anexo 6. Encuesta nivel de satisfacción n°06.....	51
Anexo 7. Ubicación satelital del proyecto de tesis.	52
Anexo 8. Mapa de ubicación de los prototipos en el área de estudio.....	53
Anexo 9. Diseño final del prototipo “A”	54
Anexo 10. Diseño final del prototipo “B”	55
Anexo 11. Acondicionamiento del pozo rudimentario donde las filtraciones de agua se almacenan para posteriormente abastecer al prototipo “A”	56
Anexo 12. Acondicionamiento del prototipo “A” a una diferencia de altura del pozo rudimentario de 1.5 metros.....	57
Anexo 13. Tanque de 1100 litros, donde el caudal bombeado del prototipo "A" se almacena para luego abastecer al prototipo "B"	58
Anexo 14. Vista fotográfica del Prototipo “B” en operación.....	59
Anexo 15. Vista fotográfica del Tanque de 600 litros, donde el caudal de bombeo del prototipo "B" se almacena para luego ser utilizados por las personas que requieran del suministro hídrico.....	60
Anexo 16. Caudal bombeado del sistema del prototipo “B” a la altura de la vivienda.....	61

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de la aplicación de encuesta para determinar la satisfacción de las personas con el servicio brindado por la EPS-Moyobamba	31
Tabla 2. Resultados de la medición del caudal de entrada para el prototipo A.	32
Tabla 3. Resultados de la medición del caudal de llegada al tanque para el prototipo A.....	33
Tabla 4. Resultados de la medición del caudal de entrada para el prototipo B.	35
Tabla 5. Resultados de la medición del caudal de llegada al tanque para el prototipo B.....	36
Tabla 6. Resultados de la aplicación de encuesta para determinar la satisfacción del sistema de ariete.	38

Índice de figuras

Figura 1. Proceso del golpe de ariete en una tubería.....	6
Figura 2. Instalación de bomba de ariete.....	7
Figura 3. Esquema de una bomba de ariete con cada uno de sus componentes principales.....	8
Figura 4. Esquema simplificado de la caja de válvulas.....	9
Figura 5. Cámara de aire y esquema simplificado de la misma	9
Figura 6. El agua sale al exterior por la válvula de choque.....	10
Figura 7. La fuerza de arrastre del agua provoca que la válvula de choque se cierre de golpe.....	10
Figura 8. Se produce un ‘golpe de ariete’ y aumenta mucho la presión del fluido.	11
Figura 9. La válvula de NR se abre y permite el paso de agua hacia el pulmón y la tubería de elevación	11
Figura 10. Se cierra la válvula de choque y se va liberando la presión almacenada en el pulmón.....	12
Figura 11. La válvula de choque se abre y comienza de nuevo todo el proceso.....	12
Figura 12. Entrada de la tubería de impulsión.....	14

Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Evaluación de un sistema de bombeo tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, sector Punta de Doña -Moyobamba.” tuvo como objetivo Diseñar construir y evaluar el rendimiento de un sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua a nivel familiar en el sector Punta de Doña. Para iniciar la construcción de dicho sistema se identificó la necesidad de la familia con relación a la carencia de agua de manera saludable y ecoeficiente. Esto nos permitió elaborar, implementar y adecuar el sistema de ariete hidráulico a las condiciones físicas del terreno, logrando la construcción de dos prototipos de ariete hidráulico, cuya finalidad logran abastecer a la vivienda del servicio de agua de fuentes hídricas a una altura de 35 metros y a una distancia de 100 metros. Luego de la construcción del sistema se logró cumplir con los objetivos propuestos en el proyecto de investigación, demostrando que si es posible el abastecimiento del agua de manera fácil y accesible y ecológicamente sustentable. La aplicación del sistema cumplido en aumentar el abastecimiento de agua para la utilización en actividades domésticas y agropecuarias.

Palabras clave: ariete, prototipo, agua, sistema

Abstract

The present research work entitled "Evaluation of a hydraulic ram pumping system for water supply, Punta de Doña -Moyobamba sector" had the objective to design, build and evaluate the performance of a manual hydraulic ram pumping system for water supply at family level in the Punta de Doña sector. To start the construction of this system, the need of the family was identified in relation to the lack of water in a healthy and eco-efficient way. This allowed us to develop, implement and adapt the hydraulic ram system to the physical conditions of the terrain, achieving the construction of two hydraulic ram prototypes, whose purpose is to supply the house with water from water sources at a height of 35 meters and at a distance of 100 meters. The objectives proposed in the research project were achieved after the construction of the system, demonstrating that it is possible to supply water in an easy, accessible and ecologically sustainable way. The application of the system complies with increasing the water supply for domestic and agricultural activities.

Key words: ram, prototype, water, system.



Introducción

La Unesco (2015). define el agua, como el recurso más importante para la humanidad, siendo un bien transversal a todas las actividades sociales, económicas y ambientales, cada persona en la tierra requiere al menos 20 a 50 litros de agua potable limpia y segura al día para beber, cocinar y simplemente mantenerse limpios. El Perú es uno de los 20 países más ricos del mundo en agua. El servicio de suministro de agua en diversos lugares del Perú es abundante, el problema es que el lugar donde se encuentra una fuente de agua no es la misma en que se la utiliza.

La mayoría de zonas rurales en el Perú no cuenta con acceso al agua potable en sus viviendas. Generándose un problema muy común, ya que al no contar con el servicio básico de agua potable se ven en la necesidad de utilizar pozos, nacientes, quebradas para recolectar el agua. Muchas veces estos lugares están muy lejos de sus hogares y/o el relieve de la zona es muy accidentado, complicando el acceso a este. El agua a la que tienen acceso no siempre es la necesaria para satisfacer su demanda, pues esta agua no solo la utilizan para usos domésticos sino también le dan un uso agrícola, otras veces la utilizan para el cuidado de diversos animales.

En la calle Santa Isabel (Sector Punta de Doña) de la ciudad de Moyobamba no tienen acceso de manera directa a los servicios de agua continúa determinando problemas de salubridad en la población, para minimizar este problema que permita el abastecimiento de agua natural a la población asentada en este lugar es la construcción de una bomba manual tipo ariete hidráulico que permitirá abastecer de agua a los hogares y a los campos de cultivo de dicha población.

Por tal razón la formulación de nuestro problema se resumió de la siguiente manera: ¿En qué medida el diseño, construcción de un sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico permitirá el abastecimiento de agua a nivel familiar en el sector Punta de Doña?

La hipótesis planteada fue la siguiente: Mediante el diseño, construcción de un sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico se logró eficiencia en el abastecimiento de agua a nivel familiar, donde la variable independiente fue abastecimiento de agua y la variable dependiente diseño, construcción, y rendimiento del sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos diseñar construir y evaluar el rendimiento de un sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua a nivel familiar en el sector Punta de Doña que logro abastecer de agua a la familia que ocupa el predio donde se ejecutó el sistema a través de la planificación y ejecución del sistema ariete hidráulico como una tecnología accesible para cubrir la demanda del servicio.

Este trabajo de investigación es de suma importancia pues el sistema de ariete hidráulico constituye una tecnología accesible eficiente y ecológico ya que no utiliza energía eléctrica ni otros que puedan contaminar el medio ambiente como petróleo, entre otros. Esta tecnología es viable para el aprovechamiento de agua de manera eficiente siendo un sistema sin mayor costo en su construcción, operación y mantenimiento

La construcción del sistema de ariete hidráulico está basada en dos prototipos:

Prototipo “A” que consiste en captar agua de filtraciones que son almacenadas en un pozo rudimentario que es bombeado a una altura de 10.5m en un tanque de almacenamiento de 1100 litros, este prototipo tubo la finalidad de adecuar el diseño requerido para bombear el agua a la altura necesaria donde se encuentra la vivienda.

Prototipo “B” consistió en el bombeo hacia la vivienda a una altura de 35m, teniendo como fuente de alimentación el caudal de bombeo del prototipo “A”.

Se ha estructurado en tres capítulos; Capítulo I: que constituye la revisión bibliográfica que permitió la fundamentación teórica del problema a investigar. El Capítulo II: se ha considerado el diseño de los prototipos, así como, la construcción y materiales empleados para su ejecución. Por último, el Capítulo III: comprende las conclusiones y recomendaciones, que se arribaron producto de la ejecución del presente trabajo de investigación y esto está en función de los objetivos establecido en el presente proyecto.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. A nivel internacional

Gómez Cortes and Triana Saldago, (2015) en su proyecto para optar el título en Saneamiento Ambiental, titulado: “Diseño y construcción de una bomba de ariete hidráulico para uso residencial” manifiesta: “Al realizar algunas modificaciones en el sistema de conducción y diseño del ariete hidráulico se puede generar un mejor rendimiento y mayor alcance sin la necesidad de tener una altura de abastecimiento considerable. El ariete hidráulico es una alternativa muy práctica en lugares donde se tengan las condiciones adecuadas de abastecimiento, conducción y reutilización de aguas, ya que no genera gastos directos de operación y mantenimiento, siendo esta una herramienta autosuficiente que nos generara disminución costos y consumos de agua.”

Acitores Martínez, (2012) en su “Proyecto fin de carrera estudio teórico y experimental de la bomba de ariete” manifiesta: “En el presente proyecto hemos conseguido construir el banco de ensayos para bombas de ariete, tal y como nos habíamos planteado en un principio, siendo esta construcción incluso más completa de lo inicialmente teníamos planteado crear, aunque nos ha costado más tiempo y trabajo del que habíamos previsto. La caracterización de la bomba llevada a cabo durante el proyecto, aun no siendo uno de los objetivos principales, sino simplemente una comprobación de que era posible una primera toma de medidas, ha sido un éxito, dentro de las limitaciones propias del tamaño físico del laboratorio disponible, obteniendo medidas consistentes y perfectamente coherentes. El problema más notable durante esta caracterización ha sido el inconveniente que nos hemos encontrado al intentar tomar alguna medida concreta, cuando se cerraba la válvula de choque y no se volvía a abrir, deteniendo el funcionamiento de la bomba con la que trabajamos, ya que ésta no está diseñada para trabajar con ciertas alturas de trabajo.”

1.1.2. A nivel nacional

Chero Lizana, (2018) en su tesis para optar el Título de Ingeniero Civil “Diseño de un sistema de bombeo mediante ariete hidráulico” manifiesta: Se realizó el cálculo necesario

para el diseño de una bomba de ariete, tomando como base la experiencia realizada por varias personas de diferentes nacionalidades, los cuales tienen en cuenta aspectos importantes como el ciclo de operación de un ariete y recomendaciones para el dimensionamiento e instalación de la bomba. Se construyó una bomba de ariete hidráulico de fácil construcción, montaje y buena operatividad, para lo cual se utilizó materiales de buena calidad, durabilidad y resistencia según su diseño. Además, para su funcionamiento no necesita electricidad ni combustible lo cual la hace una bomba ecológica, es decir, no contamina el medio ambiente.

Gonzales Layza, (2015). en su tema de tesis “Diseño y construcción de una bomba de ariete para una capacidad de 102 litros por hora y una altura de 8 metros” concluyó: “Que el caudal obtenido en la prueba experimental de funcionamiento de la bomba de ariete hidráulico fue de 1.7 litros por minuto. Según las condiciones identificadas en nuestro problema, la necesidad por vivienda es de 1100 litros al día, los cuales podrán ser abastecidos en el tanque de almacenamiento de la vivienda en 10.78 horas. Si se requiriera el trabajo constante de la bomba de ariete hidráulico, el caudal máximo a obtener al día sería de 2448 litros. La altura de bombeo obtenida en la prueba experimental de funcionamiento de la bomba de ariete hidráulico fue 8 metros. Es necesario mencionar que esta bomba posee la capacidad de bombear agua a mayor altura, pero se deberá tomar en cuenta que el caudal elevado no será el mismo y este disminuirá según la tendencia de curva de operación de la bomba de ariete hidráulico.”

Jiménez «SÚPER» en su artículo titulado “El Ariete Hidráulico” establece: “El rendimiento del ariete hidráulico representa el porcentaje de agua que se puede bombear en relación al total de la canalizada por el ariete, y varía en función del cociente H/h. Al aumentar el valor resultante, el rendimiento disminuye.

1.1.3. A nivel local

En la biblioteca de la facultad de ecología, en el banco de proyectos de la Universidad Nacional de san Martín – Tarapoto y en otras bibliotecas locales no existe información sistematizada al respecto con el tema de investigación por lo tanto el presente trabajo sistematizará información materia de investigación.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Sistema bomba de ariete

1.2.1.1. Reseña histórica

Según Mesa (2003) las bombas están entre las maquinas más antiguas del mundo. Se utilizaron en el antiguo Egipto, China, India, Grecia, Roma. Hoy en día son comúnmente utilizadas como un tipo de equipo industrial. El ariete hidráulico irrumpe en la historia al principio de la era de los grandes inventos, y alcanza su madurez paralelamente a las máquinas de vapor y el motor de combustión interna. Su primer uso se registra por los griegos en el año 300 AC.

Se ha discrepado mucho sobre el verdadero creador empírico de esta bomba, pero una de las hipótesis más aceptadas es en la cual se atribuye la invención al Inglés John Whitehurst en el año 1775, quien construyó un aparato con un principio novedoso que accionaba un fenómeno físico llamado hoy como golpe de ariete que permite elevar el líquido. Aunque su aplicación no fue tan apetecida en la época por el gran ruido y vibración propios del sistema de bomba de ariete.

El ariete hidráulico fue patentado en 1796 por Joseph Montgolfier cuyo prototipo consistía en una máquina que aprovechaba únicamente la energía de un pequeño salto de agua para elevar parte de su caudal a una altura superior. Su trabajo fue mejorado por su hijo Pierre Francois Montgolfier en el año 1816 quien diseñó una válvula para introducir el aire en la cámara, lo cual mejoró su rendimiento. A partir de estos hechos el ariete hidráulico tuvo una amplia difusión por todo el mundo como, por ejemplo, se puede encontrar el sistema en el Taj Mahal en la India, o en el Ameer Afganistán.

El interés en las bombas de ariete, disminuyó en los años 50 y 60 a consecuencia del boom del petróleo. Mesa (2003)

1.2.1.2. Concepto bomba de ariete

Ortega (2015) manifiesta que la bomba de ariete es un sistema de impulsión que aprovecha la energía potencial gravitatoria del agua para la elevación de una porción de la misma, mediante la transformación de la energía potencial, primero, en energía cinética y posteriormente en ondas de presión, conocidas como golpes de ariete. Por otra parte, su

campo de aplicación es limitado, ya que requiere una cantidad excedentaria de agua capaz de ceder su energía potencial al agua impulsada. No obstante, la bomba de ariete continúa presente, ya sea en países en vías de desarrollo o bien en determinados usos agrícolas a pequeña escala en países desarrollados, donde se suele utilizar por razones de sensibilidad ambiental, o también por ahorro de costes energéticos, siempre en lugares donde se puedan dar las condiciones apropiadas.

Este sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico es muy necesario en las zonas donde los servicios de agua proporcionado por las empresas prestadoras de servicio de agua no llegan, debido a este problema se opta en la utilización del recurso hídrico como fuente de energía y de este sistema para el abastecimiento de la misma a un bajo costo. (Ortega, 2015)

1.2.1.3. Golpe de ariete.

Soriano (2012) lo define como el fenómeno conocido como golpe de ariete o choque hidráulico, ocurre cuando varía bruscamente la presión del agua dentro de una tubería, motivado por el cierre o abertura de una válvula. La bomba de ariete aprovecha esta presión que se genera en el interior de la tubería, para elevar una porción de agua. El golpe de ariete es un fenómeno que puede producirse en tuberías largas, cuando se detiene bruscamente una columna de agua que se desplaza por su interior. Ocurre en la vida diaria con frecuencia. Un ejemplo de ello es el ruido estruendoso que en ocasiones se produce en instalaciones antiguas, cuando al cerrar un grifo retumba la tubería entera. Ese ruido es señal de que el agua que se desplazaba a una cierta velocidad se ha detenido casi instantáneamente, transmitiendo de golpe la energía cinética que poseía.

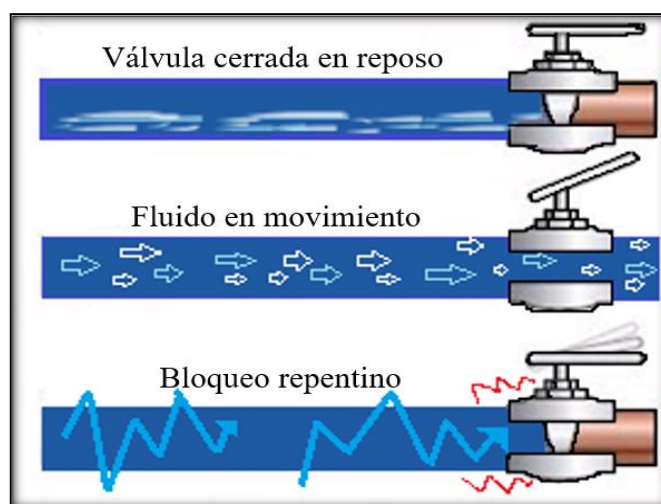


Figura 1. Proceso del golpe de ariete en una tubería.

“En el momento en el que se acciona una válvula de una tubería que contiene un líquido sometido a una presión, se altera la velocidad del mismo en la sección contigua al dispositivo, y se provoca una transformación de energía cinética en energía de presión. Esto implica la aparición de presiones locales distintas a las que había antes de la perturbación. Por ello, es necesario el análisis correcto del golpe de ariete en tuberías para su óptimo dimensionado, en cuanto a timbrajes se refiere, pues un error en el mismo nos puede conducir a dos situaciones distintas: por un lado, el sobredimensionamiento y consecuentemente el encarecimiento de la instalación; o por el otro, el cálculo de la tubería por defecto con el consiguiente peligro de rotura” (Soriano 2012).

1.2.1.4. Esquema de una instalación de bomba de ariete

El esquema básico según Ortega (2015) de una instalación de bomba de ariete consta de varias partes diferenciadas:

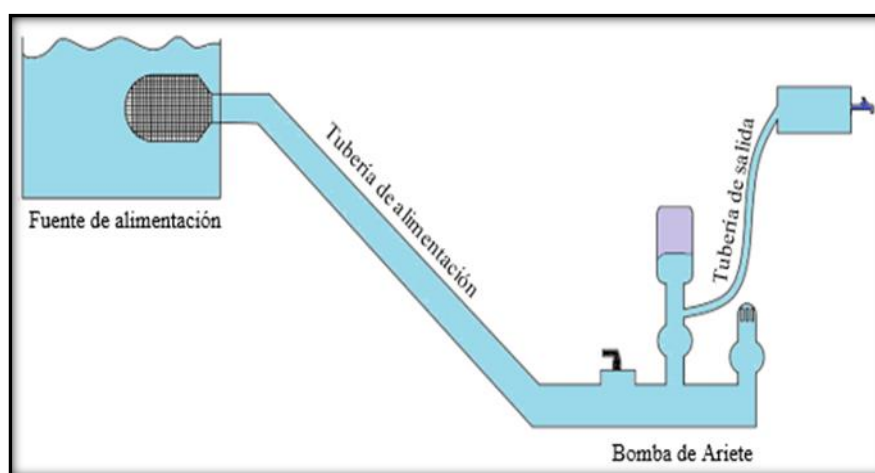


Figura 2. Instalación de bomba de ariete

“A su vez, el ariete consta de una serie de elementos que vamos a describir a continuación y podemos observar en la figura anterior” (Ortega, 2015).

a) Fuente de alimentación

Fuente continua de agua, que normalmente será un río al que le será devuelta unos metros más abajo el agua descargada por la bomba de ariete. También puede tratarse de un depósito suficientemente grande, normalmente fabricado de plástico u hormigón. Esta fuente tendrá que proporcionar agua a una altura H por encima del nivel al que se encuentre la bomba de ariete. Esta altura H depende del tipo de bomba con el que se trabaje, así como la altura final a la que se quiera bombear agua y el rendimiento que busquemos, pero un valor usual puede ser entre 2 y 5 metros. (Ortega, 2015)

b) Tubería de alimentación

Permite la entrada del agua desde el tanque de suministro hasta el cuerpo de la bomba con la ganancia adicional de la velocidad. Este conducto debe ser lo más recto posible y no reducciones ni ángulos muy pronunciados, el ángulo de inclinación de la tubería de suministro debe estar comprendido entre los 10° y 45° con la horizontal. (Ortega, 2015)

c) Tubería de salida o de elevación

Tubería más estrecha que la de alimentación, por la que el agua se elevará hasta la altura deseada, h . No se verá sometida a incrementos demasiado bruscos de presión, por lo que el material más comúnmente utilizado es el plástico. Alturas frecuentes de elevación son en torno a 4 o 6 veces la altura de alimentación (H). (Ortega, 2015)

d) Bomba de ariete

Lugar donde se produce la inversión de la onda de presión y donde se ubican las válvulas de cheque inicial y de descarga, y a su vez base de asientos y de ubicación de los elementos del ariete (Ortega, 2015). Pieza más importante y que estudiaremos más detalladamente. Recoge el agua que le llega por la tubería de alimentación y consigue elevar una parte de ella por la tubería de salida o elevación, a costa del resto, que deja fluir al exterior.

A su vez se compone de distintas piezas o partes:

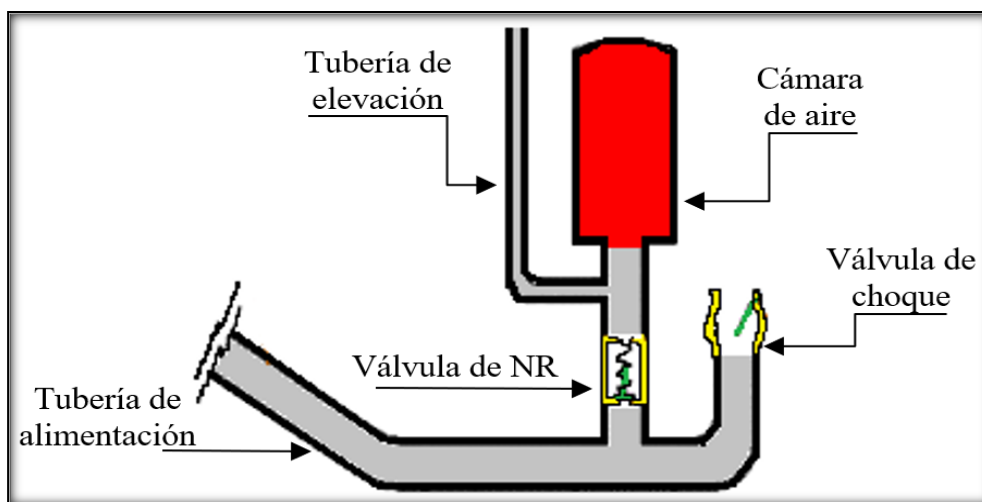
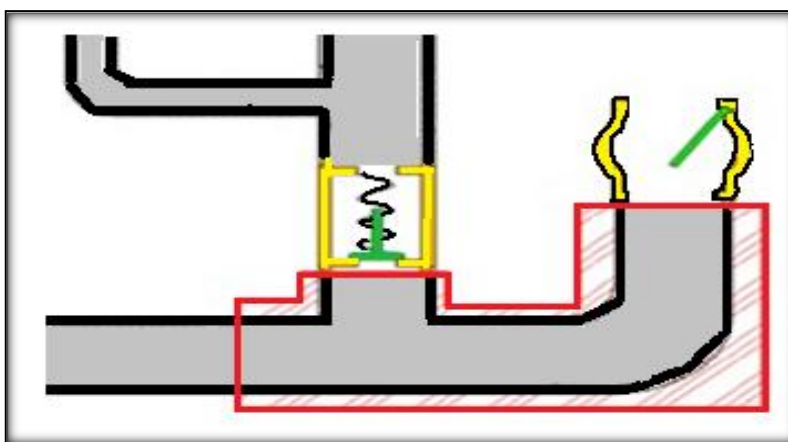


Figura 3. Esquema de una bomba de ariete con cada uno de sus componentes principales.

1. Válvula de NR (No Retorno): También llamada anti-retorno, es una válvula que sólo permite el paso de fluido en uno de los dos sentidos. Lo más común es que se trate de una válvula antirretorno de obturador ascendente con resorte, aunque también puede utilizarse una válvula antirretorno de bola.

2. Válvula de choque: Válvula de choque inicial: “Pieza, probablemente, más importante de la bomba de ariete, sin restar a las demás su respectiva transcendencia, debido a que va a ser la encargada de producir el golpe de ariete como consecuencia al cierre brusco que se produce por el efecto del incremento de la velocidad del agua” (Ortega, 2015).
3. Caja de válvulas: Esta parte de la bomba es la zona de unión de la tubería de alimentación con las dos válvulas. En muchos casos no es una caja propiamente dicha, sino que pueden ser varias piezas de unión, incluso el final de la misma tubería de alimentación, pero conviene diferenciarla, ya que los procesos que se llevan a cabo en esta zona no son los mismos que los de ninguna otra parte

Figura 4. Esquema simplificado de la caja de válvulas.



4. Cámara de aire: Es un pequeño depósito (vaso de expansión) que debe haber inmediatamente después de la válvula de NR, y antes de la tubería de elevación, que contendrá un colchón de aire. Este aire tendrá la función de absorber de forma continuada los golpes y las sobrepresiones a las que se verá sometido en instantes puntuales, y de liberar esa energía progresivamente durante el resto del ciclo al fluido, el cual se verá ayudado a ser impulsado por la tubería de elevación. Es una forma de amortiguar los golpes y de proporcionar un caudal de salida más constante (Ortega, 2015).



Figura 5. Cámara de aire y esquema simplificado de la misma

1.2.1.5. Explicación básica del funcionamiento de la bomba de ariete

Según Montes (2014). “En un principio, la válvula de impulso se encuentra abierta como consecuencia del propio peso que la mantiene en esa posición, mientras que la válvula de descarga se encuentra cerrada. Desde la fuente de suministro el agua fluye por la tubería de alimentación, mientras va adquiriendo una aceleración, atravesando el cuerpo del ariete y escapando a través de la válvula de impulso”.

Para entender el funcionamiento básico de la bomba de ariete, vamos a centrarnos en explicar el proceso que se llevará a cabo una y otra vez de forma ininterrumpida: En primer lugar, encontrándose la válvula de choque abierta, comienza a bajar agua desde el depósito de alimentación por la tubería de alimentación, hasta que llega a la caja de válvulas y sale por la válvula de choque:

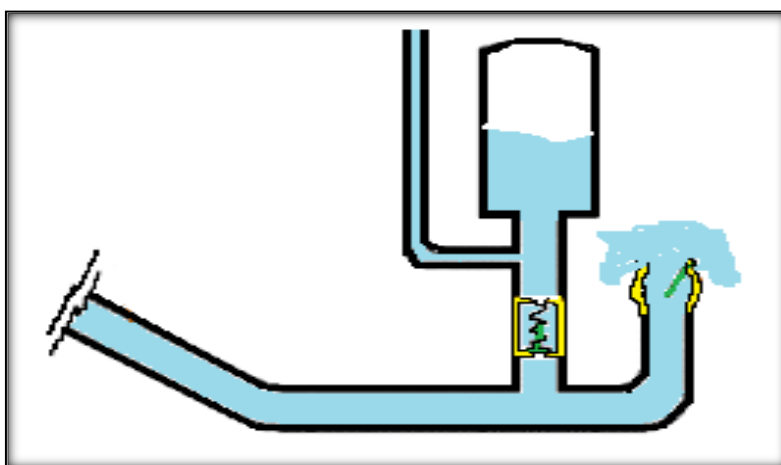


Figura 6. El agua sale al exterior por la válvula de choque.

A medida que se acelera el agua, aumenta la fuerza de arrastre que ésta ejerce sobre la clapeta de la válvula de choque, hasta que es suficiente para cerrarla de golpe. (Montes 2014).

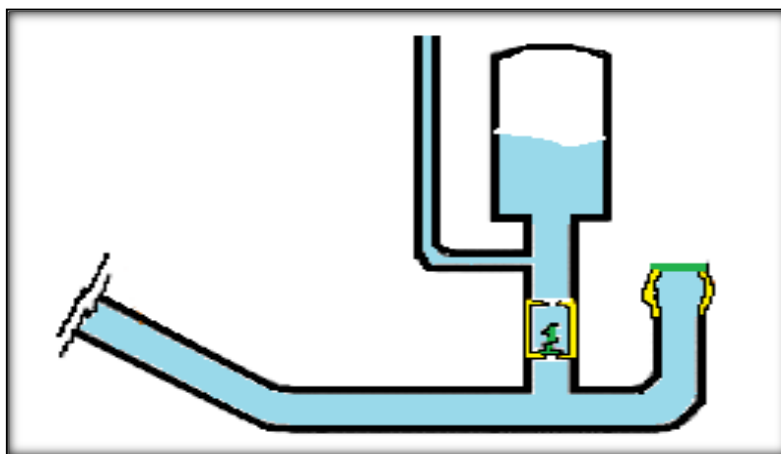


Figura 7. La fuerza de arrastre del agua provoca que la válvula de choque se cierre de golpe.

Al cerrarse bruscamente la válvula de choque, la columna de agua que se traslada por la tubería de alimentación aún posee una gran energía cinética. Esta energía cinética se disipa a costa de aumentar repentinamente la presión en la caja de válvulas (Montes 2014).

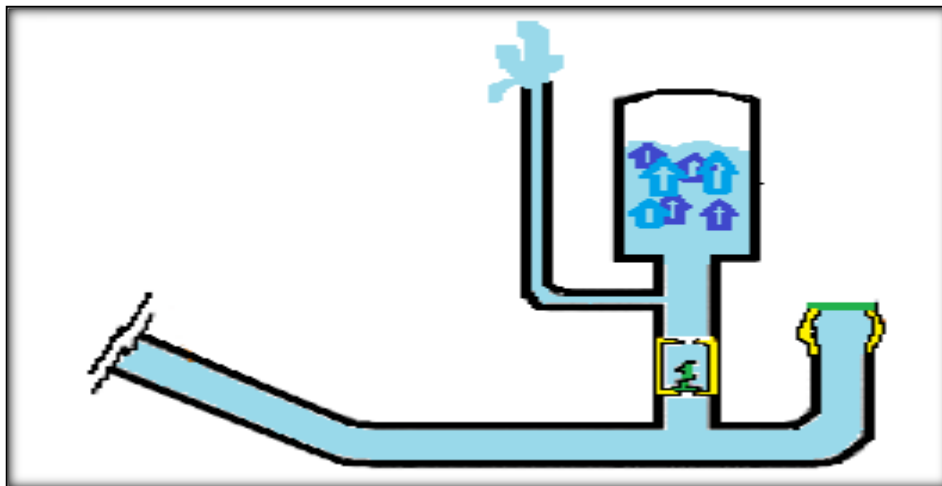


Figura 8. Se produce un ‘golpe de ariete’ y aumenta mucho la presión del fluido.

Al tener la caja de válvulas una gran presión, permite la apertura de la válvula de NR y el paso de agua desde la caja de válvulas hacia la cámara de aire y a través de la tubería de elevación. (Montes 2014)

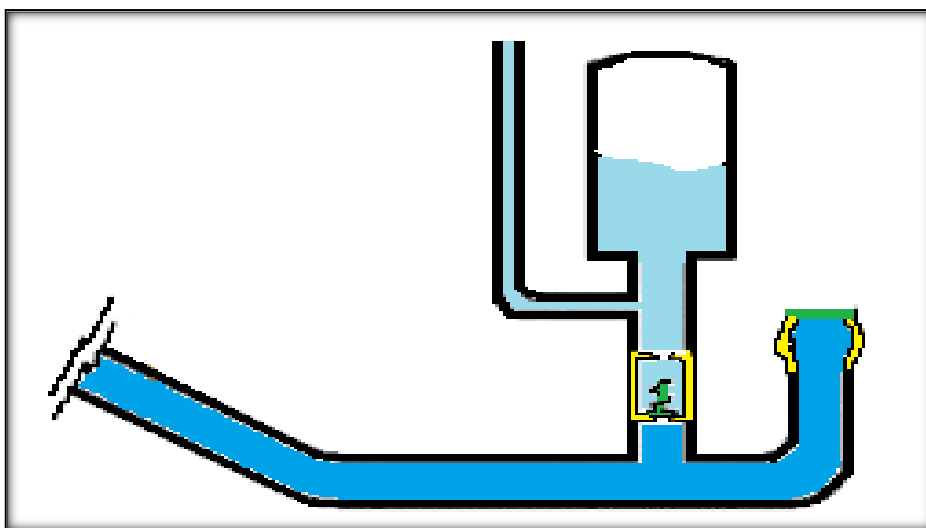


Figura 9. La válvula de NR se abre y permite el paso de agua hacia el pulmón y la tubería de elevación

Cuando se igualan las presiones a uno y otro lado de la válvula de NR, ésta se cierra cortando el paso del fluido, y la presión que se ha acumulado en el aire de la cámara es transmitida al fluido, que es elevado por la tubería de salida o de elevación.

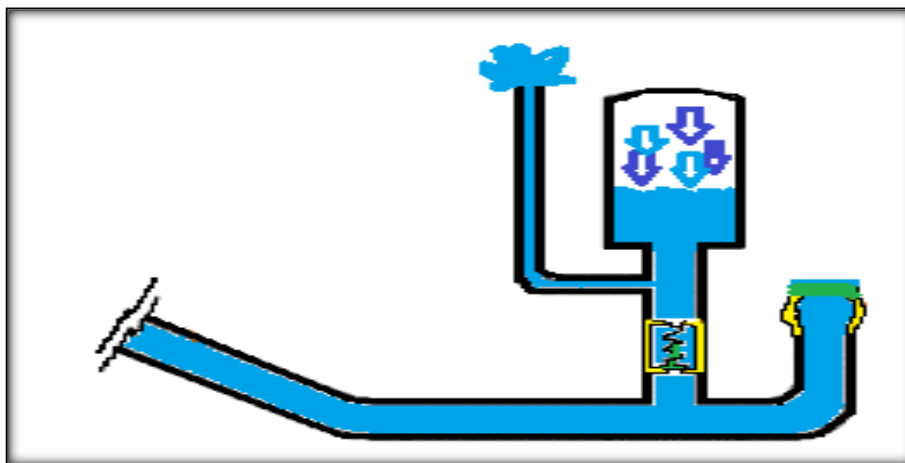


Figura 10. Se cierra la válvula de choque y se va liberando la presión almacenada en el pulmón.

Pasados unos instantes, la presión en la caja de válvulas sigue disminuyendo, hasta que la clapeta de la válvula de choque se abre debido a su propio peso, y comienza a salir de nuevo agua por ella (Montes 2014).

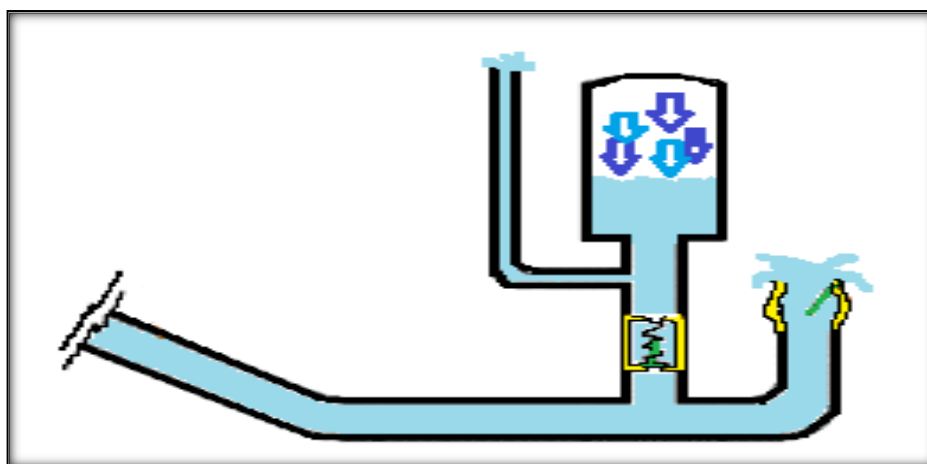


Figura 11. La válvula de choque se abre y comienza de nuevo todo el proceso.

De esta forma, volvemos a encontrarnos en la misma situación que al principio del proceso, repitiéndose este una y otra vez de forma continuada hasta que sea interrumpida voluntariamente, cerrando una llave de paso. (Montes 2014).

1.2.1.6. Fundamento teórico para el diseño

Según Martínez (2012), para la instalación adecuada de un ariete hidráulico, lo primero que debemos tener en cuenta son estos 3 puntos: Caudal disponible. (litros/minuto), desnivel de trabajo (metros), altura a la que se quiere elevar el agua (metros).

El punto más importante es saber el caudal con el que vamos a contar, ya que por medio de este podremos calcular el diámetro de las tuberías de alimentación y de descarga para que esta bomba tenga una buena eficiencia. Si se quiere llevar el fluido a un lugar más elevado lo que debemos hacer es aumentar la caída a lo largo del tubo de alimentación.

a) Localización de la bomba.

Determinar el lugar donde se va a instalar la bomba es la etapa primordial que marcará factores determinantes para el diseño y funcionamiento de la misma. (Montes 2014).

b) Altura de entrega o descarga.

La altura de entrega es el trabajo que debe desempeñar la bomba para bombear el fluido hasta un nivel determinado, para utilizar el fluido en funciones como: riego, almacenamiento de agua, distribución, potabilización del agua entre otros. La altura de entrega suele especificarse en metros. (Martinez,2012)

c) Altura de suministro.

Según Martinez (2012) , la altura de suministro es el desnivel que hay entre el espejo de agua del tanque de captación hasta el punto de instalación del ariete, este desnivel es el motor de la instalación y cuanto mayor sea el desnivel, mayor será el rendimiento. Por esta razón debemos conseguir la mayor caída posible para un funcionamiento óptimo de la instalación. La altura mínima para instalar un ariete hidráulico es de un metro y la altura máxima es de veinte metros., es decir:

$$1\text{m} \leq H_s \leq 20\text{m}$$

Para establecer la altura con la cual se debe contar para llegar al nivel de descarga requerido haremos uso de relaciones matemáticas realizada por el fabricante de Bombas Williamson HiFlo Ram que en su publicación expresa que la altura óptima de suministro se determina por medio de la ecuación:

$$H_d = \frac{1}{10} H_d$$

Donde:

H_s = Altura de suministro (m).

H_d = Altura de descarga (m).

d) Tubería de suministro

La tubería de suministro tiene dos objetivos principales que son: Permite la entrada del agua desde el tanque de suministro hasta el cuerpo de la bomba con la ganancia adicional de la velocidad. Cuando la entrada de la tubería no está ensanchada en forma de trompeta, la corriente se rompe ocasionando torbellinos en el agua, esto produce que haya pérdidas por fricción. (Martinez,2012)

Todo esto genera gases en el agua, estos gases forman pequeñas burbujas que permanecen y quedan atrapadas en el conducto de suministro como parásitos, actuando como colchones neumáticos y frenando el funcionamiento del ariete.

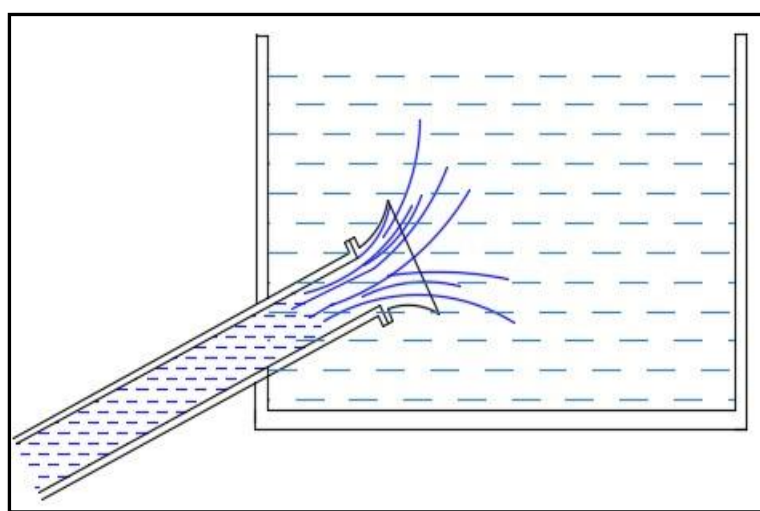


Figura 12. Entrada de la tubería de impulsión.

Resistir el efecto del golpe de ariete. Por esta razón es recomendable usar tuberías de acero galvanizado o tuberías de hierro, ya que son más rígidos y ofrecen muy poca resistencia al rozamiento haciendo al golpe de ariete más efectivo. En la práctica se ha demostrado que se pueden usar tuberías de PVC, siendo este material más económico y maleable. Para usar estas tuberías debemos crear las condiciones necesarias de rigidez, una solución es enterrando la tubería bajo tierra creando así una ventaja adicional ya que el conducto queda protegido contra las heladas. Este conducto debe ser lo más recto posible y no reducciones ni ángulos muy pronunciados, el ángulo de inclinación de la tubería de suministro debe estar comprendido entre los 10° y 45° con la horizontal (Romero Guerrero & Lorenzo Gutiérrez, 2014).

La longitud óptima de la tubería de impulsión según los estudios de Weinmann es 4 veces la altura de suministro. Otros métodos empíricos nos indican que si el caudal de la fuente es

muy alto con una relación de 3/1 es suficiente, en cambio si el caudal es bajo es recomendable alargar el conducto con una relación de 6/1. (Martinez,2012)

$$L = 4 H s$$

Donde:

L = Longitud de la tubería de suministro (m).

Hs = Altura de suministro (m).

Debemos intentar que la tubería de suministro tenga una longitud superior a 10 metros e inferior a 30 metros, siempre y cuando esté dentro de lo posible, es decir:

$$10m < L < 30m$$

Las medidas, tanto de la longitud como del diámetro de la tubería de suministro son factores importantes para garantizar el buen funcionamiento del ariete hidráulico, ya que conduce el agua desde la toma de agua hasta el ariete y retiene la onda de presión producida por el golpe de ariete. Según S.B Watt en su publicación menciona la siguiente relación como la más recomendada:

$$L/D=150 \text{ a } 500$$

El ariete funcionara de la manera correcta si la relación entre la (L) y el diámetro (D) se encuentra en los limites antes mencionados.

e) Tubería de entrega o descarga.

La tubería de descarga se encarga de conducir el fluido hasta el tanque de descarga. Su diámetro se calcula con la siguiente relación:

$$D_d = \frac{D_s}{4} a \frac{D_s}{2}$$

Donde:

D_d = Diámetro de descarga (m)

D_s = Diámetro de suministro (m)

1.2.2. Abastecimiento de agua

1.2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua

Según Jimenes (2004), Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos.

1.2.2.2. Opciones tecnológicas de Abastecimiento de agua

Según la norma técnica de diseño y opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural se ha identificado 3 alternativas disponibles para sistemas de abastecimiento de agua obtenidas de diversas fuentes: sistemas por gravedad, sistemas por bombeo, sistemas pluviales. (Jimenes, 2004)

1.3. Definición de términos básicos.

Abastecimiento de agua: Abastecimiento de agua: Suministro de agua potable a una comunidad, que incluye las instalaciones de depósitos, válvulas y tuberías (Diccionario de Arquitectura y construcción, 2014).

Almacenamiento: En sistemas de Acueducto, acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios (Agüero R, 2009)

Bombas manual o hidráulicas: Golpe de ariete: Choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto a presión, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente (Diccionario de Arquitectura y construcción, 2014).

Diseño: Diciplina que tiene por objeto la armonización del entorno humano, desde la concepción de los objetos de uso, hasta el urbanismo (Reglamento Nacional de edificaciones, 2008).

Dotación: Es la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo urbano, La dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables correspondientes a los usos que conforman el abastecimiento urbano (Ayala, 2006, pg 30).

Golpe de ariete: Choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto a presión, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente (Diccionario de Arquitectura y construcción, 2014)

Hidráulica: Parte de la mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos (Diccionario de Arquitectura y construcción, 2014).

Rendimiento: Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados (Diccionario real academia española, 2019).

Línea de aducción: Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión (Agüero R,2009).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó los siguientes materiales:

2.1.1. Medio de transporte.

Los medios de transportes utilizados en el presente trabajo de investigación, se muestran en la siguiente tabla:

Cantidad	Elemento	Descripción
1	Motocicleta	Propia
1	Moto furgón	Alquiler

2.1.2. Materiales.

Los materiales utilizados en el presente trabajo de investigación, se muestran en la siguiente tabla:

Cantidad	Elemento	Descripción
4	Tubo	1" PVC
1	Codo 90°	1" PVC
4	Niple	1" PVC
1	Llave de paso	1" PVC
1	Llave universal	1" PVC
1	Apartador hembra	1" PVC
1	Conector rosco	1" PVC
5	Tee	1" acero galvanizado
16	Niple	1" acero galvanizado
2	Válvula check	1" acero galvanizado
1	Extintor	4 kg
1	Codo 90°	1" acero galvanizado
3	Válvula	Golpe de ariete
2	Reducción	1 a ½" acero galvanizado
1	Niple	½" PVC

2	Llave de paso	½" PVC
2	Conector a manguera	½" PVC
1	Manguera	½" PVC
1	Tanque	1100 litros
1	Codo 90°	2" PVC
1	Reducción	2 a 1" PVC
2	Codo 90°	1" acero galvanizado
1	Llave universal	1" acero galvanizado
1	Llave de paso	1" acero galvanizado
1	Conector	1" acero galvanizado
1	Extintor	6 kg
1	Tanque	600 litros
2	Tubo	½" PVC
1	Conector hembra	½" PVC
3	Tubo	2" PVC
1	Pileta	½" PVC
7	Teflón	1/2" X 12 Mts
2	Pegamento para PVC	4 oz

2.1.3. Equipos.

Los equipos utilizados en el presente trabajo de investigación, se muestran en la siguiente tabla:

Cantidad	Elemento	Descripción
1	GPS	eTrex 10
1	Calculadora	Casio fx-82ES 2015
1	Cámara fotográfica	Casio
1	Computadora portátil	Core i7
1	Impresora	Epson

2.1.4. Formatos.

Los equipos utilizados en el presente trabajo de investigación, se muestran en la siguiente tabla:

Cantidad	Elemento	Descripción
1	Encuesta	Nivel de Satisfacción
1	Ficha técnica	Recolección de datos

2.1.5. Indumentaria de protección.

La indumentaria utilizada en el presente trabajo de investigación, se muestran en la siguiente tabla

Cantidad	Elemento	Descripción
1	Zapatos de seguridad	Punta de acero
5	Mascarillas	Kn 95

2.1.6. Otros.

Finalmente, en el proceso de ejecución del trabajo de investigación se usaron los siguientes materiales:

Cantidad	Elemento	Descripción
2	Lapicero	Color azul
1	Tablero	A4 madera
1	Libreta	50 hojas
1	Usb	32 Gb

2.2. Métodos

2.2.1. Identificación de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra en el Distrito de Moyobamba, perteneciente a la Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín, Perú. ubicado en la calle Santa Isabel, sector Punta de Doña. La vivienda se encuentra a una altura de 890 m.s.n.m. La población beneficiada tiene un total de 5 personas.

Se realizó el recorrido por la zona identificando la fuente de agua y procediendo a su delimitación, también se tomó las medidas necesarias para determinar las alturas disponibles y altura de descarga necesaria para el sistema en estudio. (Lugar donde se encuentra la población que será abastecida).

El área del pozo rudimentario es de 3m de largo y 1.5 m de ancho, cuyas coordenadas son:

Zona: 18 M

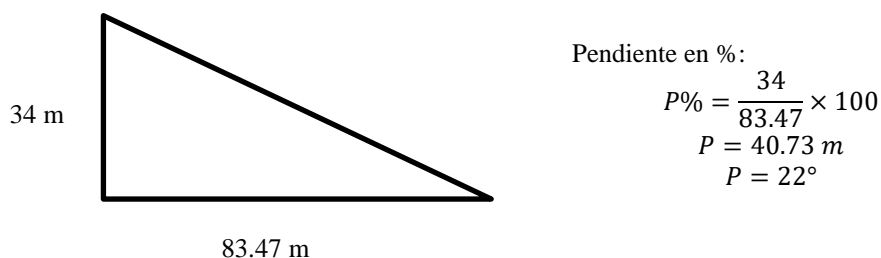
E= 283369.08 m E

N= 9332163.86 m S

Altitud: 856 m.s.n.m.

Realizando los cálculos necesarios se determinó que la altura de descarga necesaria para el sistema en estudio es de 34 metros.

La pendiente de un terreno es una relación existente entre el desnivel que debemos superar y la distancia horizontal que tenemos que recorrer.



2.2.2. Diseño del sistema

Durante la inspección que se realizó en el terreno para la obtención de datos necesarios para facilitar el diseño del sistema de la bomba de ariete hidráulico se constató que el terreno era inestable y propenso a derrumbes, además que se observa una pendiente pronunciada de aproximadamente 22° . La fuente de agua se encuentra compuesta por pequeñas filtraciones que se almacenan en un pozo rudimentario en donde no se aprovechaba la fuente hídrica, lo que dificultó la ejecución del proyecto.

La altura de descarga requerida es de 34 metros de altura a una distancia de 100 metros de longitud, el sistema este constituido por dos prototipos: "A" y "B". El diseño del ariete se ha realizado con la finalidad de construir un equipo capaz de elevar el agua y poder satisfacer las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta consideraciones como la: topografía, pendiente del terreno y caudal de la fuente de abastecimiento.

Debido a condiciones de terreno y a consideraciones propias, se determinó que para un abastecimiento de agua eficaz en la vivienda unifamiliar identificada es necesario el diseño de dos prototipos de sistemas de bombas de ariete.

Prototipo A: Sistema que empieza desde el punto del pozo hacia 01 ariete hidráulico que va a un punto de descarga a 10 metros en un almacenamiento de 1100 litros.

Prototipo B: Sistema que empieza desde el tanque de almacenamiento de 1100 litros hacia un ariete hidráulico que va a un punto de descarga a 35 metros

Diseño prototipo “A”.

a) Cálculo de la altura de entrega o descarga:

$$H_d = 10.5m$$

b) Cálculo de la altura de suministro:

$$H_s = \frac{1}{10} H_d$$

$$H_s = \frac{1}{10} 10.5$$

$$H_s = 1.5m$$

c) Cálculo de la longitud de la tubería de suministro:

$$L = 4 \times H_s$$

$$L = 4 \times 1.5$$

$$L = 6 m$$

Debido a las condiciones topográficas del terreno y a su relieve accidentado se decidió tomar unos metros de contingencia (3m) para de tal manera asegurar la estructura del cuerpo del ariete en el terreno. Por consiguiente, la longitud final de la tubería de suministro es: 9m.

Romero Guerrero y Lorenzo Gutiérrez, en sus investigaciones afirman que el Angulo debe estar entre 10° y 45° , por lo tanto, se procede al cálculo de ángulo que forma la tubería de suministro con el terreno:

$$\sin \theta = \frac{H_s}{L}$$

$$\sin \theta = \frac{1.5}{9}$$

$$\theta = 9.61^\circ$$

Elección de la tubería de suministro

$$\frac{L}{D} = 500$$

$$\frac{9000}{D} = 500$$

$$D = 18 mm$$

$$\frac{L}{D} = 150$$

$$\frac{9000}{D} = 150$$

$$D = 60 mm$$

La tubería de suministro a elegir es de 1 pulgada equivalente a 25.4 mm, esta cantidad se encuentra entre los límites $60 > 25 > 18$ que obtuvimos en los cálculos anteriores. El material de la tubería es de PVC, esta elección se hizo por tema de costos, es decir, para optimizar gastos, ya que una tubería de acero galvanizado es más costosa. Para darle una mayor rigidez a la tubería de PVC se optó por enterrar la tubería.

d) Elección de la tubería de descarga

$$D_d = \frac{D_s}{4}$$

$$D_d = \frac{1}{4}$$

$$D_d = 0.25''$$

$$D_d = \frac{D_s}{2}$$

$$D_d = \frac{1}{2}$$

$$D_d = 0.5''$$

La elección de tubería de descarga es de 0.5'', el material seleccionado para el conducto de descarga es una manguera HDPE.

Diseño del prototipo "B".

a) Cálculo de la altura de entrega o descarga:

$$H_d = 34 \text{ m}$$

b) Cálculo de la altura de suministro:

$$H_s = \frac{1}{10} H_d$$

$$H_s = \frac{1}{10} 34$$

$$H_s = 3.4 \text{ m}$$

Debido a la topografía del terreno se observó que a la altura señalada no se podría instalar el tanque de abastecimiento para el ariete porque era una zona arenosa e inestable propensa a derrumbes, por tal razón se trasladó a una zona más estable que se encuentra a una altura de 6 metros.

c) Cálculo de la longitud de la tubería de suministro

$$L = 4 \times H_s$$

$$L = 4 \times 6$$

$$L = 24 \text{ m}$$

Romero Guerrero y Lorenzo Gutiérrez, en sus investigaciones afirman que el Angulo debe estar entre 10° y 45° , por lo tanto, se procede al cálculo de ángulo que forma la tubería de suministro con el terreno:

$$\sin \theta = \frac{H_s}{L}$$

$$\sin \theta = \frac{7}{24}$$

$$\theta = 16.92^\circ$$

d) Elección de la tubería de suministro

$$\frac{L}{D} = 500$$

$$\frac{24000}{D} = 500$$

$$D = 48 \text{ mm}$$

$$\frac{L}{D} = 150$$

$$\frac{24000}{D} = 150$$

$$D = 160 \text{ mm}$$

La tubería de suministro a elegir es de 2 pulgadas equivalente a 50.8 mm, esta cantidad se encuentra entre los límites $160 > 50.8 > 48$ que obtuvimos en los cálculos anteriores. El material de la tubería es de PVC. Para optimizar el proceso y aumentar la presión de llegada al ariete se decidió reducir la tubería de 2" a 1".

e) Elección de la tubería de descarga

$$D_d = \frac{D_s}{4}$$

$$D_d = \frac{1}{4}$$

$$D_d = 0.25''$$

$$D_d = \frac{D_s}{2}$$

$$D_d = \frac{1}{2}$$

$$D_d = 0.5''$$

La elección de tubería de descarga es de 0.5", el material seleccionado para el conducto de descarga es una manguera HDPE.

2.2.3. Construcción e instalación del ariete hidráulico

Construcción y montaje del prototipo "A"

a) Consideraciones preliminares

Para la construcción de las partes del ariete hidráulico se tomó consideraciones preliminares que constaron de la limpieza del terreno y el ensanchamiento del pozo. Se retiró las malezas y vegetación que afectaban el potencial del área.

b) Fuente de alimentación:

Para el encausamiento del pozo de 0.80 m de profundidad, 3m de largo y 1.5 m de ancho se colocó sacos con arena a los extremos para elevar el nivel de agua y obtener una mayor capacidad de almacenamiento, esta actividad también se realizó con el fin de brindar estabilidad y evitar derrumbes en la fuente de alimentación.

c) Instalación de tubería de suministro

Para la alimentación del ariete se utilizó una tubería de PVC capaz de soportar la presión que se genera. Para este prototipo se utilizó 3 tuberías de 1 pulgada de diámetro y de 3 metro de longitud para poder alcanzar la medida de 9m que se calculó en el diseño, las mismas que fueron unidas con pegamento para PVC y reforzadas con teflón. Antes de instalar las tuberías se excavo desde la fuente de alimentación hasta el cuerpo del ariete, para luego enterrar la tubería y así hacerla más rígida. El ángulo de inclinación de la instalación de tubería fue de aproximadamente 9.61° .

d) Construcción del cuerpo de bomba de ariete:

Es el lugar donde se produce la inversión de la onda de presión, donde se ubican las válvulas de impulso y de descarga, y a su vez es la base de asientos y ubicación de los elementos del ariete.

Debido a que en este componente del ariete hidráulico es donde se va a producir el fenómeno del golpe de ariete, provocado al cerrarse la válvula de impulso como consecuencia de la velocidad adquirida por el fluido, interesa que el material con el que esté construido sea de acero galvanizado con la finalidad de que la celeridad de la onda sea lo más alta posible, evitando que la sobrepresión se disipe.

El cuerpo de la bomba de ariete está construido por una llave de paso de PVC, un niple de PVC, una llave universal de PVC, que da a un niple de PVC, que se une a un conector de PVC, otro niple que da a un conector rosca de PVC, sujetado a una T de acero galvanizado, que conecta un niple y un codo de 90° estos de acero galvanizado, todos ellos de 1" pulgada de diámetro. Una vez inspeccionado el material se procede a la limpieza del mismo. El primer paso es colocar cinta teflón a ambos lados de los niples, esto se hace con el fin de evitar fugas de agua en el cuerpo del ariete. La cinta se coloca en sentido horario, una vez realizado este paso procedemos a unir la t con un lado del niple, esto se hace manualmente dando vuelta a uno de los elementos; de esta manera uniremos los elementos, esta unión será de manera lineal, es decir, se unirán a lo largo.

e) Adecuamiento válvula de golpe de ariete

Esta válvula es uno de los componentes más sensibles del ariete hidráulico y una selección correcta de la misma garantizará un funcionamiento eficiente. Se cuenta con una válvula de golpe de ariete también conocida como válvula check de impulso de 1" cuyo material es de bronce adecuada para un mejor funcionamiento.

f) Adecuamiento válvula de descarga

Válvula no retorno que comunica el cuerpo del ariete hidráulico con la tubería de descarga y la cámara de aire. Su apertura se produce como consecuencia de la sobrepresión ocasionada cuando la válvula de impulso se ha cerrado, permitiendo el paso del fluido hacia el depósito de descarga, pero no su retorno hacia el cuerpo ariete hidráulico.

Por lo tanto, esta válvula debe permitir el paso sólo en una dirección y poseer una gran sensibilidad a los cambios de presión con el objetivo de que el rendimiento del ariete no se pueda ver afectado como consecuencia de la fuerza de más que debería realizar el fluido para ocasionar la apertura de la válvula descrita. Se ocupó 1 válvula check de no retorno de 1" de bronce.

g) Adecuamiento de la cámara de aire

Dispositivo que regula el flujo de agua hacia la tubería de descarga y sirve de amortiguador al contener un volumen de aire separado del fluido por una membrana. El aire contenido en la cámara de aire tendrá la finalidad de recoger en forma continuada los golpes de cada ciclo y liberar toda esa energía, progresivamente durante todo el periodo de funcionamiento de la bomba, para obtener un flujo continuo.

Normalmente, en la mayoría de los arietes se usa como cámara de aire una tubería de un diámetro y longitud mayor que el cuerpo del ariete con el objetivo de crear un espacio que no sea conquistado por el fluido donde exista un determinado volumen de aire que ejerza estas funciones. En esta bomba se utilizó como cámara de aire un extintor de 4 kg de capacidad.

h) Instalación bomba de ariete

Se empalmo el cuerpo del ariete con las válvulas de golpe de ariete, la válvula de descarga y la cámara de colocando cinta teflón a ambos lados de las estructuras, esto se hace con el fin de evitar fugas de agua. La cinta se coloca en sentido horario. Para su instalación se

construyó una plataforma de cemento reforzada con fierros, para dar mayor estabilidad a la estructura, esta fue sujeta con unas abrazaderas de metal.

i) Instalación de tubería de descarga

La tubería de descarga fue de 0.5", el material seleccionado para el conducto de descarga es una manguera HDPE capaz de soportar la sobrepresión que se genera. Para este proyecto se utilizó 1 manguera de 0.5 pulgadas de diámetro y de 50 metros de longitud para poder transportar el agua al tanque de 1100 litros. El recorrido de esta manguera este guiado por el terreno tratando de no generar curvas ni dobleces.

j) Instalación del tanque de almacenamiento

El tanque de 1100 litros de material Polietileno, cuyas medidas son: diámetro 1.10 metros, altura 1.43 metros. Para la instalación de este tanque se adecuo el terreno que cuenta con una pendiente pronunciada, por tal motivo se tuvo que cavar hasta lograr conseguir una planicie que pueda soportar el peso total del tanque lleno.

Construcción y montaje del prototipo "B"

a) Fuente de alimentación:

La fuente de alimentación para el prototipo B es abastecida por el caudal de bombeo del prototipo A que se almacena en el tanque de 1100 litros.

b) Instalación de tubería de suministro

Para la alimentación del ariete se utilizó una tubería de PVC capaz de soportar la sobrepresión que se genera. Para este proyecto se utilizó tuberías de 2 y 1 pulgadas de diámetro de 3 metros de longitud cada una, para poder alcanzar la medida de 24 m que se calculó en el diseño, las mismas que fueron unidas con pegamento para PVC y reforzadas con teflón. Antes de instalar las tuberías se colocó parantes de madera para lograr una mayor estabilidad a la estructura y sostener las tuberías. Para optimizar el proceso y aumentar la presión de llegada al ariete se decidió reducir la tubería de 2" a 1".

El ángulo de inclinación de la instalación de tubería fue de aproximadamente 16.92°.

c) Construcción del cuerpo de bomba de ariete:

Es el lugar donde se produce la inversión de la onda de presión, donde se ubican las válvulas de impulso y de descarga, y a su vez es la base de asientos y ubicación de los elementos del ariete.

El cuerpo de la bomba de ariete estará construido por una llave universal de PVC, un niple de acero galvanizado, una llave paso de PVC, que da a un conector rosca de PVC, que se une a otro niple de acero galvanizado, que da a un codo de 90° de acero galvanizado que se conecta a un niple dando a una T de acero galvanizado, aquí se encuentra otro niple sujetado a una T de acero galvanizado, que conecta un niple y un codo de 90° estos de acero galvanizado, todos ellos de 1" pulgadas de diámetro. El cuerpo de la bomba de ariete estará construido por una llave de bola, un niple, una T y un codo de 90°, todos ellos de dos pulgadas de diámetro, y de acero galvanizado.

d) Adecuamiento válvula de golpe de ariete

Esta válvula es uno de los componentes más sensibles del ariete hidráulico y una selección correcta de la misma garantizará un funcionamiento eficiente. Se cuenta con dos válvulas de golpe de ariete de 1" cuyo material es de bronce, las cuales fueron modificadas para que puedan ser reguladas y así obtener el máximo rendimiento posible.

e) Adecuamiento válvula de descarga

Válvula no retorno que comunica el cuerpo del ariete hidráulico con la tubería de descarga y la cámara de aire. Su apertura se produce como consecuencia de la sobrepresión ocasionada cuando la válvula de impulso se ha cerrado, permitiendo el paso del fluido hacia el depósito de descarga, pero no su retorno hacia el cuerpo ariete hidráulico.

Por lo tanto, esta válvula debe permitir el paso sólo en una dirección y poseer una gran sensibilidad a los cambios de presión con el objetivo de que el rendimiento del ariete no se pueda ver afectado como consecuencia de la fuerza de más que debería realizar el fluido para ocasionar la apertura de la válvula descrita. Se ocupó 1 válvula check de no retorno de 1" de bronce.

f) Adecuamiento de la cámara de aire

Normalmente, en la mayoría de los arietes se usa como cámara de aire una tubería de un diámetro y longitud mayor que el cuerpo del ariete con el objetivo de crear un espacio que no sea conquistado por el fluido donde exista un determinado volumen de aire que ejerza estas funciones. Aquí se utilizó un extintor de capacidad de 6kg como adecuamiento de cámara de aire. Esta cámara está implementada con una llave de purga para facilitar los procesos de mantenimiento.

g) Instalación bomba de ariete

Se empalmo el cuerpo del ariete con las válvulas de golpe de ariete, la válvula de descarga y la cámara de colocando cinta teflón a ambos lados de las estructuras, esto se hace con el fin de evitar fugas de agua. La cinta se coloca en sentido horario. Se instalo una viga de madera la cual fue fijada al terreno con pernos y poniendo sacos llenos de tierra encima de la viga y ubicada encima del ojo de agua para reutilizar el agua. Esta bomba de ariete es la que finalmente transporta el agua hasta el punto deseado, que se almacena en un tanque de 600 l.

h) Instalación de tubería de descarga

La tubería de descarga fue de 0.5", el material seleccionado para el conducto de descarga es una manguera HDPE capaz de soportar la sobrepresión que se genera. Para este proyecto se utilizó 1 manguera de 0.5 pulgadas de diámetro y de 100 metros de longitud para poder transportar el agua al tanque de 1100 litros. El recorrido de esta manguera este guiado por la pendiente del terreno tratando de no generar curvas.

i) Instalación del tanque de almacenamiento

El tanque de 600 litros de capacidad también se encontraba en una pendiente moderada por lo que se adecuo el terreno. Las medidas del tanque son: Diámetro: 0.97 metros, altura 1.15 metros. El agua almacenada en este tanque es el que finalmente abastece a la población.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Presupuesto

El costo total de construcción del prototipo "A" fue de 1155.50 soles peruanos y del prototipo "B" 1026.50 soles peruanos, el cual es detallado en las siguientes tablas:

Cant.	Descripción	Unidad de medida	Precio unitario	Sub total
PROTOTIPO "A"				
3	Tubería PVC 1" C-10 x 3m	Und.	32.00	96.00
1	Codo PVC 1"	Und.	5.00	5.00
8	Niple 1" acero galvanizado	Und.	4.50	36.00
1	Válvula bola 1"	Und.	25.00	25.00
1	Unión universal 1"	Und.	13.0	13.00
1	Codo acero galvanizado de 1"	Und.	5.50	5.50
1	Válvula de golpe	Und.	65.0	65.00
2	"T" acero galvanizado 1"	Und.	5.50	11.00
REDUCCIÓN DE 1" a ½" ACERO				
1	GALVANIZADO	Und.	4.00	4.00
2	Válvula check de 1" bronce	Und.	55.00	110.00
1	Extintor 4 kg	Und.	30.00	30.00
1	Niple ½" pvc	Und.	5.00	5.00
2	Válvula de bola ½" pvc	Und.	8.00	16.00
1	Conector de manguera ½" pvc	Und.	9.00	9.00
1	MANGUERA HDPE DE 1/2" X 50m	Und.	45.00	45.00
1	Tanque de 1100 litros	Und.	650.00	650.00
1	Pegamento para tubería x 1/4 gal	Und.	18.00	18.00
6	Teflón	Und.	2.00	12.00
TOTAL:				1155.50

Cant	Descripción	Unidad de medida	Precio unitario	Sub total
PROTOPITO "B"				
1	Llave universal de 2"	Und.	18.00	18.00
2	Tubería PVC C-10 2" x3m	Und.	38.00	76.00
1	Tubería PVC C-10 1" x3m	Und.	32.00	32.00
1	Válvula bola 1"	Und.	25.00	25.00
1	Reductor de 2" a 1"	Und.	6.00	6.00
1	Adaptador macho 1"	Und.	3.00	3.00
8	Niple acero galvanizado de 1"	Und.	4.50	36.00
1	Unión universal de 1"	Und.	13.00	13.00
2	Codo acero galvanizado 1"	Und.	5.50	11.00
3	"T" acero galvanizado	Und.	5.50	16.50
2	Válvula de choque	Und.	65.00	130.00
1	Válvula check de bronce	Und.	55.00	55.00
1	Grifo estándar 1/2"	Und.	15.00	15.00
1	Manguera HDPE De 1/2" x 100m	Und.	90.00	90.00
1	Tanque de 1100 litros	Und.	500.00	500.00
TOTAL:				1026.50

Por tal motivo el costo total del sistema es la suma del prototipo "A" y "B" el monto necesario para la construcción fue de: 2182,00 soles peruanos.

3.1.2. Encuesta de nivel de satisfacción EPS-Moyobamba

Se aplicó una encuesta previa a la construcción del sistema de ariete con el fin de obtener información sobre el servicio brindado por la EPS-Moyobamba, en donde se pudo llegar a los siguientes resultados:

Tabla 1

Resultados de la aplicación de encuesta para determinar la satisfacción de las personas con el servicio brindado por la EPS-Moyobamba

	Preguntas				
	¿Está conforme con el servicio brindado por la EPS-M?	¿Tiene el servicio de agua potable de manera continua?	¿Cuenta con algún otro suministro de agua?	¿Considera usted necesario un nuevo sistema de agua para abastecerse?	¿La EPS-M realiza visitas para verificar el servicio que brinda?
Personas	No	No	No	Si	No
	No	No	No	Si	No
	No	No	No	Si	No

Fuente: Elaboración propia

Las personas encuestadas en su totalidad no están conformes con el servicio brindado por la EPS-Moyobamba y concuerdan en que el servicio de agua potable no llega de manea continua en entrevistas verbales mencionan que el servicio solo llega aproximadamente 4 horas al día y la EPS-Moyobamba no verifica el servicio que brinda pese a las constantes quejas que han presentado.

También manifiestan estar de acuerdo con la construcción de un nuevo sistema de agua para que puedan abastecerse y satisfacer sus necesidades.

3.1.3. Cálculo de Caudales

Caudal de bombeo del prototipo “A”

Caudal de entrada a la bomba de ariete

Se realizo la medición de caudal de acuerdo al método volumétrico, donde fue necesario un envase de 5 litros y cronometro para medición del tiempo.

Tabla 2

Resultados de la medición del caudal de entrada para el prototipo A.

N° Datos	Tiempo	Volumen
1	41.2	2
2	41.16	2
3	41.18	2
4	41.27	2
5	41.09	2
6	41.14	2
7	41.16	2
8	41.12	2
9	41.14	2
10	41.15	2
11	41.2	2
12	41.08	2
13	41.06	2
14	41.12	2
15	41.15	2
Promedio	41.15	5

Fuente: Elaboración propia

De este cuadro se obtienen los datos que serán reemplazados en la fórmula de cálculo del caudal:

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

Donde:

Q= Caudal

V= Volumen

T= Tiempo promedio

Entonces reemplazando los datos se obtiene el siguiente resultado:

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

$$Q = \frac{2 \text{ Litros}}{41.15 \text{ seg.}}$$

$$Q = 00.0486 \frac{L}{seg}$$

$$Q = 2.92 \frac{L}{min}$$

Caudal de llegada al tanque de 1100 litros

Se realizo la medición de caudal de acuerdo al método volumétrico, donde fue necesario un envase de 2 litros y cronometro para medición del tiempo.

Tabla 3

Resultados de la medición del caudal de llegada al tanque para el prototipo A.

Nº Datos	Tiempo	Volumen
1	108.3	2
2	108.25	2
3	108.12	2
4	108.06	2
5	108.02	2
6	108.1	2
7	108.1	2
8	108.07	2
9	108.08	2
10	108.11	2
11	108.12	2
12	108.1	2
13	108.09	2
14	108.07	2
15	108.04	2
Promedio	108.11	2

Fuente: Elaboración propia

De este cuadro se obtienen los datos que serán reemplazados en la fórmula de cálculo del caudal:

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

Donde:

Q= Caudal

V= Volumen

T= Tiempo promedio

Entonces reemplazando los datos se obtiene el siguiente resultado:

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

$$Q = \frac{2 \text{ Litros}}{108.11 \text{ seg.}}$$

$$Q = 0.0185 \frac{L}{\text{seg}}$$

$$Q = 1.11 \frac{L}{\text{min}}$$

El tanque de 1100 litros será llenado en:

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

$$T = \frac{1100L}{1.11 L/\text{min}}$$

$$T = 16h.52min$$

Caudal de bombeo del prototipo “B”

Caudal de entrada a la bomba de ariete

Se realizó la medición de caudal de acuerdo al método volumétrico, donde fue necesario un envase de 5 litros y cronometro para medición del tiempo.

Tabla 4*Resultados de la medición del caudal de entrada para el prototipo B.*

N° Datos	Tiempo	Volumen
1	32.04	5
2	30.54	5
3	30.52	5
4	30.57	5
5	30.00	5
6	31.52	5
7	33.48	5
8	32.41	5
9	31.2	5
10	31.15	5
11	31.05	5
12	31.08	5
13	31.00	5
14	31.14	5
15	31.07	5
Promedio	31.25	5

Fuente: Elaboración propia

De este cuadro se obtienen los datos que serán reemplazados en la fórmula de cálculo del caudal:

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

Donde:

Q= Caudal

V= Volumen

T= Tiempo promedio

Entonces reemplazando los datos se obtiene el siguiente resultado:

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

$$Q = \frac{5 \text{ Litros}}{31.25 \text{ seg.}}$$

$$Q = 0.16 \frac{L}{\text{seg}}$$

$$Q = 9.59 \frac{L}{\text{min}}$$

Caudal de llegada al tanque de 600 litros

Se realizo la medición de caudal de acuerdo al método volumétrico, donde fue necesario un envase de 2 litros y cronometro para medición del tiempo.

Tabla 5

Resultados de la medición del caudal de llegada al tanque para el prototipo B.

N° Datos	Tiempo	Volumen
1	20.19	2
2	19.98	2
3	19.57	2
4	19.54	2
5	19.52	2
6	19.31	2
7	19.25	2
8	19.45	2
9	19.35	2
10	19.28	2
11	19.71	2
12	19.58	2
13	19.47	2
14	19.58	2
15	19.48	2
Promedio	19.55	2

Fuente: Elaboración propia

De este cuadro se obtienen los datos que serán reemplazados en la fórmula de cálculo del caudal:

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

Donde:

Q= Caudal

V= Volumen

T= Tiempo promedio

Entonces reemplazando los datos se obtiene el siguiente resultado:

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

$$Q = \frac{2 \text{ Litros}}{19.55 \text{ seg.}}$$

$$Q = 0.1023 \frac{L}{\text{seg}}$$

$$Q = 6.138 \frac{L}{\text{min}}$$

El tanque de 600 litros será llenado en:

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

$$T = \frac{600L}{6.138 \text{ L/min}}$$

$$T = 1h. 37min$$

3.1.4. Cálculo de la Eficiencia

Eficiencia del prototipo “A”

Para el cálculo de la eficiencia del prototipo A se utilizó la siguiente formula:

$$Eficiencia \% = \frac{Ct}{Ca.} \times 100$$

Donde:

Ct= Caudal de llegada al tanque

Ca= Caudal de entrada a la bomba de ariete

El caudal será expresado en litros por minuto.

$$Eficiencia \% = \frac{1.11}{2.92} \times 100$$

$$Eficiencia \% = 38$$

Eficiencia del prototipo “B”

Para el cálculo de la eficiencia del prototipo B se utilizó la siguiente formula:

$$Eficiencia \% = \frac{Ct}{Ca.} \times 100$$

Donde:

Ct= Caudal de llegada al tanque

Ca= Caudal de entrada a la bomba de ariete

El caudal será expresado en litros por minuto.

$$Eficiencia \% = \frac{6.138}{9.59} \times 100$$

$$Eficiencia \% = 64$$

3.1.5. Encuesta de nivel de satisfacción sistema de ariete

Luego de haber construido y dejar en funcionamiento por 4 meses el sistema de abastecimiento de agua conformado por el prototipo A y B se realizó una encuesta de satisfacción a los usuarios en donde se recopiló la siguiente información:

Tabla 6

Resultados de la aplicación de encuesta para determinar la satisfacción del sistema de ariete.

		Preguntas		
	¿Con que frecuencia utiliza el sistema?	¿Abastece en su totalidad sus necesidades de agua con este sistema?	¿Del 1 al 10 que tan eficiente cree usted que es el sistema?	¿Mejoro su calidad de vida con la construcción del sistema?
Personas	Todos los días	Si	9	Si
	Todos los días	Si	9	Si
	Todos los días	Si	8	Si

Las personas en su totalidad utilizan el sistema todos los días para abastecerse de agua, satisfaciendo sus necesidades totalmente con el caudal obtenido. En la eficiencia se obtiene un promedio de 8.7 y manifiestan que con la construcción del sistema su calidad de vida ha mejorado pues cuentan con una fuente de abastecimiento las 24 horas del día para poder realizar sus actividades diarias y también para realizar algunas actividades como crianza de aves.

3.2. Discusiones

Chero Lizana, (2018) en su tesis para optar el Título de Ingeniero Civil “Diseño de un sistema de bombeo mediante ariete hidráulico” manifiesta: Que la vida útil del ariete hidráulico depende del mantenimiento que le demos a la bomba, el mantenimiento más importante que debemos hacer es: mantener el agua libre de impurezas ya que estas pueden obstruir el funcionamiento de las válvulas de impulso y entrega, por tal motivo en el presente proyecto de investigación se priorizo desarrollar actividades para proteger nuestra fuente hídrica, concordando con lo manifestado por Chero Lizana.

Gonzales Layza, (2015). En su tesis “Diseño y construcción de una bomba de ariete para una capacidad de 102 litros por hora y una altura de 8 metros” nos manifiesta: que se encargará de suministrar agua a los tanques ubicados en la parte superior de las viviendas a una altura de 8 metros el costo total del presente proyecto asciende a S/. 1223.20 los cuales incluyen gastos de fabricación, gastos imprevistos y gastos producidos por la utilización de máquinas y herramientas. Comparándolo con el presente proyecto de investigación que consta de dos prototipos para bastecer a una altura de 35 metros y que tuvo un costo de construcción de 2182,00 soles peruanos en donde se priorizo la utilización de materiales accesibles y adecuados para nuestra finalidad.

Acitores Martínez, (2012) en su “Proyecto fin de carrera estudio teórico y experimental de la bomba de ariete” manifiesta que, en las pruebas realizadas, consiguieron llegar a una eficiencia de máximo del 42,1%, el cual es más que aceptable, sobre todo teniendo en cuenta que no consume electricidad ni necesita esfuerzo físico para funcionar. Con el prototipo “A” se consiguió una eficiencia del 38% y el prototipo “B” de 64% comparándolo con el proyecto de Acitores logramos buenos resultados pues ellos también manifiestan que se pueden lograr rendimientos más si se aumenta las alturas de trabajo.

CONCLUSIONES

El sistema de la bomba de ariete hidráulico se diseñó a través de dos prototipos: “A” y “B”, para lograr el abastecimiento de agua a nivel familiar a una altura de 35 metros y una longitud de 100 metros.

El sistema de ariete hidráulico fue construido con materiales de buena calidad, durabilidad y resistencia para aprovechar al máximo la eficiencia de la misma, según su diseño se tuvo que adaptar ciertas piezas como: válvula de golpe de ariete ó válvula de choque, pues estas no existían en stock en la región Además, para su funcionamiento y puesta en marcha el sistema no requiere de energía eléctrica y combustible, es decir, es un sistema ecológico, que no contamina el medio ambiente, no requiere de mayor gasto y esfuerzo para su operación y mantenimiento

Se aplicó una encuesta a la familia beneficiaria ubicados en la calle Santa Isabel (sector punta de doña), a nivel unifamiliar en donde se llevó a cabo la ejecución del proyecto de investigación, antes de la ejecución del proyecto se recabo información sobre el nivel de satisfacción que tienen por el servicio brindado por la EPS-Moyobamba, apreciándose en las encuestas (Ver anexo 1,3,5) que no están satisfechos pues el servicio llega máximo 4 horas al día y no pueden satisfacer sus necesidades diarias con la cantidad de horas brindadas del servicio de agua potable, después de 4 meses de funcionamiento del sistema de la bomba de ariete hidráulico se reiteró la aplicación de la encuesta (ver anexo 2,4,6), la familia beneficiaria manifiesta que se el sistema es de mucha utilidad porque permite complementar el abastecimiento de agua proporcionado por la entidad prestado del servicio, de esta manera la familia está satisfecha por el proyecto ejecutado.

El costo de construcción del sistema fue de 2182,00 soles, este monto es resultado de la suma de los costos del prototipo “A” y “B” estos montos fueron los siguientes 1155.50 y 1026.50 soles peruanos respectivamente.

RECOMENDACIONES

El sistema de ariete hidráulico tiene un funcionamiento correcto libre de problemas; requiere mínimo esfuerzo de operación y mantenimiento, sin embargo, para su operación el usuario tiene que manipular las válvulas del prototipo “B” debido a que este solo se encontrará en funcionamiento cuando el tanque de 1100 litros este lleno, una vez bombeado toda el agua del tanque antes mencionado se cierra la válvula para nuevamente ser llenado con el sistema del prototipo “A”.

Se recomienda una visita semanal para verificar el ajuste de los pernos y que no haya fugas. Una vez al mes se realizar una inspección general de toda la instalación, es necesario llevar un libro de registro para verificar las reparaciones que se han hecho, también para realizar la limpieza del terreno y cuidado de la fuente hídrica.

Utilizar tubería de acero galvanizado en toda la estructura del sistema tanto en tubería de alimentación y cuerpo del ariete para garantizar la estabilidad y buen funcionamiento del sistema de ariete hidráulico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACITORES, Francisco. Estudio teórico y experimental de la bomba de ariete. (Tesis de Pregrado). Madrid: Universidad Carlos III, (2012)
- AGÜERO, Roger. *Agua potable para poblaciones rurales sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento* [en línea]. 1.ª ed. Perú: Fondo Perú-Alemana 2009 [fecha de consulta: 18 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/rubenfloresyucra5/manual-de-agua-potable-en-poblaciones-rurales-64745166>
- ALTOZANO, I. “Ingeniería rural: Hidráulica.” Cataluña: Valencia, (2002).
- CHERO, Alexander. Diseño de un sistema de bombeo mediante airete hidráulico. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, (2018)
- DICCIONARIO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN. Construcción. *Obtenido de* [http://www. parro. com. ar.](http://www.parro.com.ar)[en línea], 2014, vol. 20.
- DICCIONARIO REAL ACADEMIA ESPAÑOLA Madrid: © Real Academia Española, 2019. 254 pp. ISBN: 8477645612
- El ariete hidráulico: Arietes Alba. (mayo, 2012). News film. Disponible en <http://arietesalba.es/>
- FIDIAS, Arias. El proyecto de Investigación: Introducción a la investigación, científica [en línea]. 6ta ed. Venezuela: EDITORIAL EPISTEME, C.A. 2012[fecha de consulta: 18 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
- GARCIA, Eduardo. *Manual de agua potable en poblaciones rurales* [en línea]. 1.ª ed. Perú: LIBRARY IRC 2014 [fecha de consulta: 18 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
- Golpe de ariete (Drive Google internet links) [en línea]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2019]. Disponible en https://drive.google.com/file/d/0B8FaYsQx_P33QkJWVNNs1VIOUE/view?p

- GOMEZ, Dagoberto y TRIANA, Daniel. Diseño y construcción de una bomba de ariete hidráulico para uso residencial. Tesis (Tecnólogo en Saneamiento Ambiental). Manizales: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, (2015)
- GONZALES, Eduardo. “Diseño y construcción de una bomba de ariete para una capacidad de 102 litros por hora y una altura de 8 metros.” Tesis (para optar por el Título Profesional de ingeniero mecánico electricista). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, (2015).
- JIMÉNEZ Manuel. «SÚPER» en su artículo titulado “*El ariete hidráulico*”
- JIMÉNEZ, José. Agua potable para poblaciones rurales sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Tesis (Ingeniero Civil). Veracruz: Universidad Veracruzana, (2004)
- JIMÉNEZ, José. Agua potable para poblaciones rurales sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Tesis (Ingeniero Civil). Veracruz: Universidad Veracruzana, (2004)
- MESA J. (2003) “*Bomba de ariete*” Grupo de apoyo al sector rural. Lima.
- MURILLO, Walter. La investigación científica. Revista Educación: San Pedro, Costa Rica, 7 de junio de 2019.p. 159. Col. 2. (En sección: La investigación aplicada)
- ORTEGA, Javier. “Construcción, caracterización hidráulica y estudio de aplicación de una bomba de ariete para el riego de una finca agrícola.” Tesis para optar por el Título Profesional de ingeniero agrícola). Zaragoza: Universidad de Zaragoza, (2015)
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES 2008
- ROMERO GUERRERO & LUIS LORENZO GUTIÉRREZ.” *El ariete hidráulico*”. *Proyecto e instalación en Ntongui (Angola)*
- ROMERO, María. El ariete hidráulico. Proyecto e instalación en Ntongui (Angola). Revista Madrid [en línea]. Julio-agosto 2014, n.º 3. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. <http://polired.upm.es/index.php/distecd/article/view/2512/2590> ISSN: 2386-8546
- SALDARRIAGA, Juan. *Hidráulica de tuberías: Abastecimiento de Agua, Redes, Riegos*. Alfaomega (Bogotá) & Universidad de Los Andes, (2007)

SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación [en línea]. 4ta ed. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2010[fecha de consulta: 19 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://seminariodemetodologiadelainvestigacion.files.wordpress.com/2012/03/metodologc3ada-de-la-investigacic3b3n-roberto-hernc3a1ndez-sampieri.pdf>

SORIANO, Albert. Introducción a la gestión y análisis de recursos de información en ciencia y tecnología. 1.a ed. Navarra: Universidad Politécnica de Cataluña, 2012. 233 pp. Isbn: 9788426717788

UNESCO AGUA (Drive Google internet links) [en línea]. “*Fuente de vida*”. Naciones Unidas. [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. Disponible en: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-T. “*Manual de investigación de la UNSM-T para la elaboración de proyectos de investigación, tesis, trabajos de investigación, de suficiencia profesional y académicos.*” Vicerrectorado de investigación. Directiva N° 001-2018-UNSM-T/VRINV. (2018)

ANEXOS

Anexo 1.

Encuesta nivel de satisfacción n°01

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – T</p> <p>Proyecto de Tesis</p> <p><i>“Diseño, construcción, y rendimiento del sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, Sector Punta de Doña-Moyobamba-2019”.</i></p> <p>ENCUESTA: Nivel de Satisfacción.</p> <p>Nombre y Apellido: <i>Candelaria Torres de Ochoa</i></p> <p>DNI: <i>00800584</i></p> <p>Pregunta 01: ¿Está conforme con el servicio de agua brindado por la EPS-Moyobamba?</p> <p>Rpta: <i>No, el servicio no es continuo</i></p> <p>Pregunta 02: ¿Tiene servicio de agua potable de manera continua??</p> <p>Rpta: <i>No</i></p> <p>Pregunta 03: ¿Cuenta con algún otro suministro de agua para abastecerse?</p> <p>Rpta: <i>No</i></p> <p>Pregunta 04: ¿Considera usted que es necesario la construcción de un nuevo sistema de agua para abastecerse?</p> <p>Rpta: <i>Si</i></p> <p>Pregunta 05: ¿La EPS-Moyobamba realiza visitas para verificar el buen servicio que brinda?</p> <p>Rpta: <i>No</i></p> <p>Pregunta 06: Alguna Sugerencia:</p> <p>Rpta: <i>Mayor importancia al abastecimiento del agua</i></p>
--

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2.

Encuesta nivel de satisfacción n°02

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – T</p> <p>Proyecto de Tesis</p> <p><i>“Diseño, construcción, y rendimiento del sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, Sector Punta de Doña-Moyobamba-2019”.</i></p> <p>ENCUESTA: Nivel de Satisfacción.</p> <p>Nombre y Apellido: <i>Caridalia Torres de Ochocho</i></p> <p>DNI: <i>00800587</i></p> <p>Pregunta 01: Con qué frecuencia utiliza este sistema?</p> <p>Rpta: <i>Todo los días</i></p> <p>Pregunta 02: ¿Abastece en su totalidad sus necesidades de agua con este sistema?</p> <p>Rpta: <i>Si</i></p> <p>Pregunta 03: Del 1 al 10 que tal eficiente cree usted que es este sistema</p> <p>Rpta: <i>9</i></p> <p>Pregunta 04: Mejoro su calidad de vida con la construcción de este sistema?</p> <p>Rpta: <i>Si</i></p> <p>Pregunta 05: Sugerencia.</p> <p>Rpta: <i>Mayor información a la población sobre este sistema</i></p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3.

Encuesta nivel de satisfacción n°03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – T Proyecto de Tesis <i>“Diseño, construcción, y rendimiento del sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, Sector Punta de Doña-Moyobamba-2019”.</i>	
ENCUESTA: Nivel de Satisfacción.	
Nombre y Apellido:	Walter M. Ochoa Torres
DNI:	72456146
Pregunta 01: ¿Está conforme con el servicio de agua brindado por la EPS-Moyobamba?	
Rpta:	No
Pregunta 02: ¿Tiene servicio de agua potable de manera continua??	
Rpta:	No
Pregunta 03: ¿Cuenta con algún otro suministro de agua para abastecerse?	
Rpta:	No
Pregunta 04: ¿Considera usted que es necesario la construcción de un nuevo sistema de agua para abastecerse?	
Rpta:	Si
Pregunta 05: ¿La EPS-Moyobamba realiza visitas para verificar el buen servicio que brinda?	
Rpta:	No
Pregunta 06: Alguna Sugerencia:	
Rpta:	Mayor importancia a este problema

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4.

Encuesta nivel de satisfacción n°04

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – T</p> <p>Proyecto de Tesis</p> <p><i>“Diseño, construcción, y rendimiento del sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, Sector Punta de Doña-Moyobamba-2019”.</i></p> <p>ENCUESTA: Nivel de Satisfacción.</p> <p>Nombre y Apellido: <u>Walter M. Ochocho Torres</u></p> <p>DNI: <u>72456146</u></p> <p>Pregunta 01: Con qué frecuencia utiliza este sistema?</p> <p>Rpta: <u>Todos los días</u></p> <p>Pregunta 02: ¿Abástece en su totalidad sus necesidades de agua con este sistema?</p> <p>Rpta: <u>Si</u></p> <p>Pregunta 03: Del 1 al 10 que tal eficiente cree usted que es este sistema</p> <p>Rpta: <u>8</u></p> <p>Pregunta 04: Mejoro su calidad de vida con la construcción de este sistema?</p> <p>Rpta: <u>Si</u></p> <p>Pregunta 05: Sugerencia.</p> <p>Rpta: <u>Recomiendo que la gente se informe mas sobre este proyecto ya que es de mucha ayuda</u></p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5.

Encuesta nivel de satisfacción n°05

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – T	
Proyecto de Tesis	
<i>“Diseño, construcción, y rendimiento del sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, Sector Punta de Doña-Moyobamba-2019”.</i>	
ENCUESTA: Nivel de Satisfacción.	
Nombre y Apellido:	<i>Walter Homero Delgado Cruz</i>
DNI:	<i>00832341</i>
Pregunta 01: ¿Está conforme con el servicio de agua brindado por la EPS-Moyobamba?	
Rpta:	<i>No</i>
Pregunta 02: ¿Tiene servicio de agua potable de manera continua??	
Rpta:	<i>No</i>
Pregunta 03: ¿Cuenta con algún otro suministro de agua para abastecerse?	
Rpta:	<i>No</i>
Pregunta 04: ¿Considera usted que es necesario la construcción de un nuevo sistema de agua para abastecerse?	
Rpta:	<i>Si</i>
Pregunta 05: ¿La EPS-Moyobamba realiza visitas para verificar el buen servicio que brinda?	
Rpta:	<i>No</i>
Pregunta 06: Alguna Sugerencia:	
Rpta:	<i>Solución inmediata al desabastecimiento de agua</i>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6.

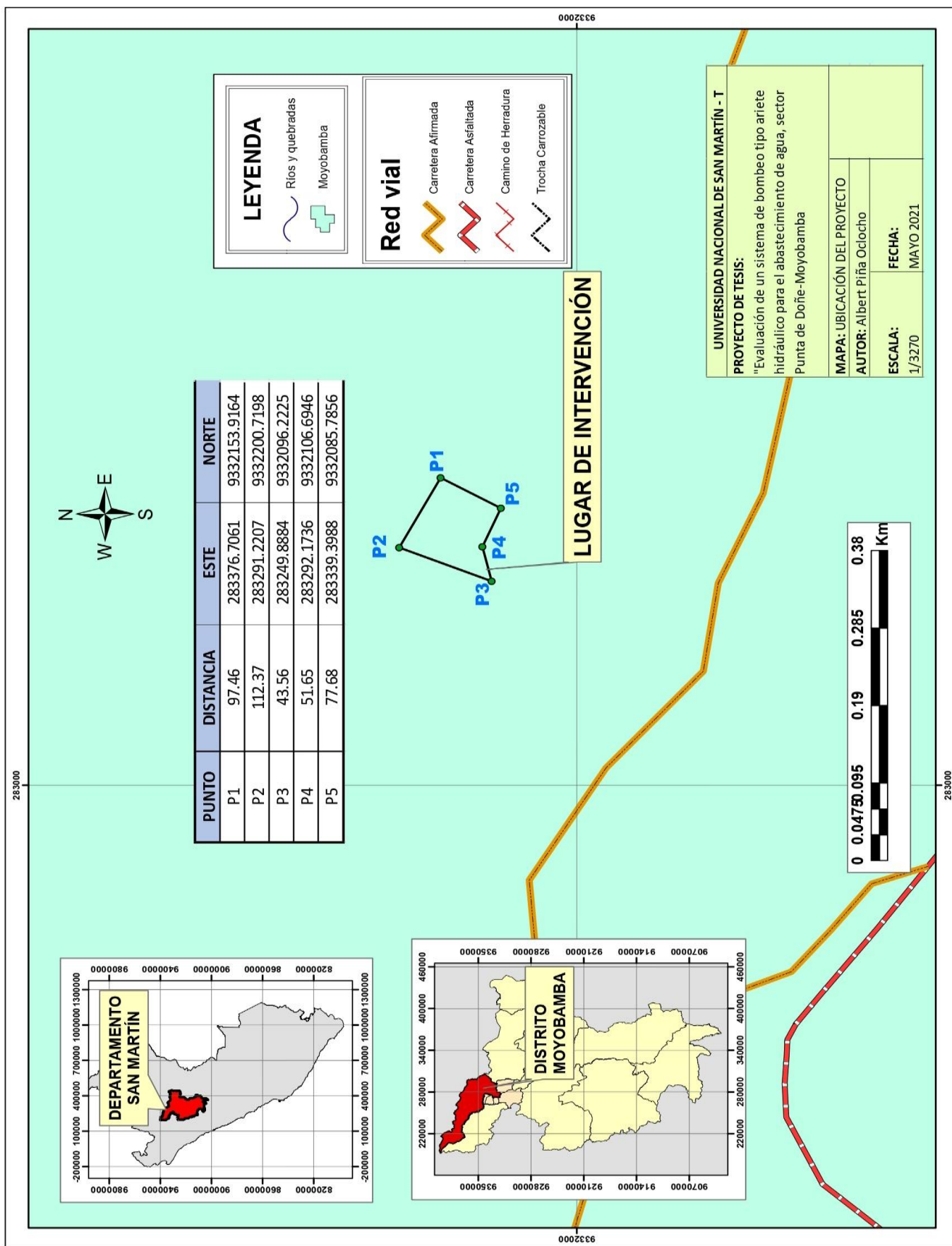
Encuesta nivel de satisfacción n°06

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – T</p> <p>Proyecto de Tesis</p> <p><i>“Diseño, construcción, y rendimiento del sistema de bombeo manual tipo ariete hidráulico para el abastecimiento de agua, Sector Punta de Doña-Moyobamba-2019”.</i></p> <p>ENCUESTA: Nivel de Satisfacción.</p> <p>Nombre y Apellido: <i>Walter Homero Odocho Cruz</i></p> <p>DNI: <i>00832341</i></p> <p>Pregunta 01: Con qué frecuencia utiliza este sistema?</p> <p>Rpta: <i>Todo los días</i></p> <p>Pregunta 02: ¿Abastece en su totalidad sus necesidades de agua con este sistema?</p> <p>Rpta: <i>Si</i></p> <p>Pregunta 03: Del 1 al 10 que tal eficiente cree usted que es este sistema</p> <p>Rpta: <i>9</i></p> <p>Pregunta 04: Mejoro su calidad de vida con la construcción de este sistema?</p> <p>Rpta: <i>Si</i></p> <p>Pregunta 05: Sugerencia.</p> <p>Rpta: <i>Utilizar esta tecnología como opción al problema del agua</i></p>

Fuente: Elaboración propia.

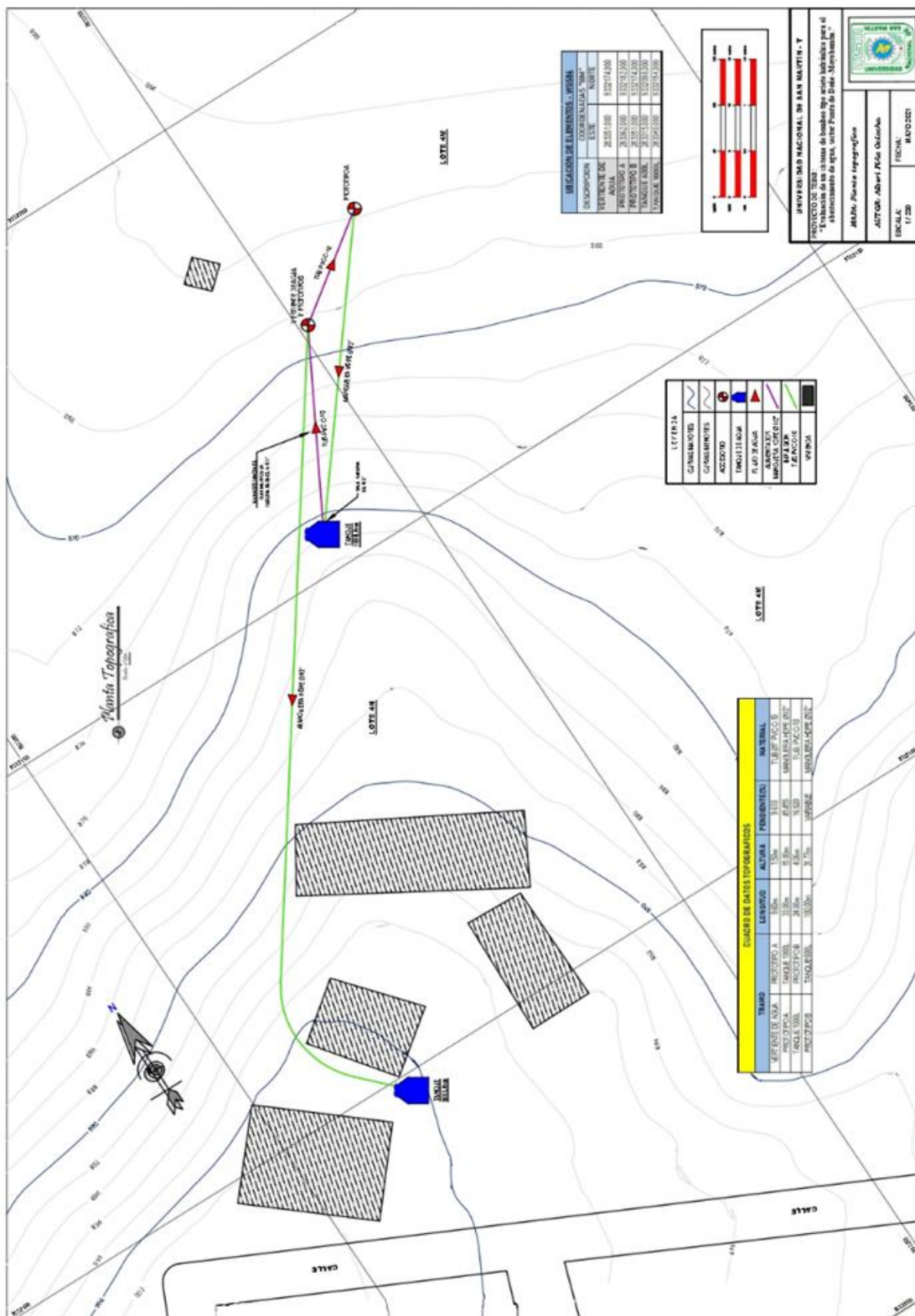
Anexo 7.

Ubicación satelital del proyecto de tesis.



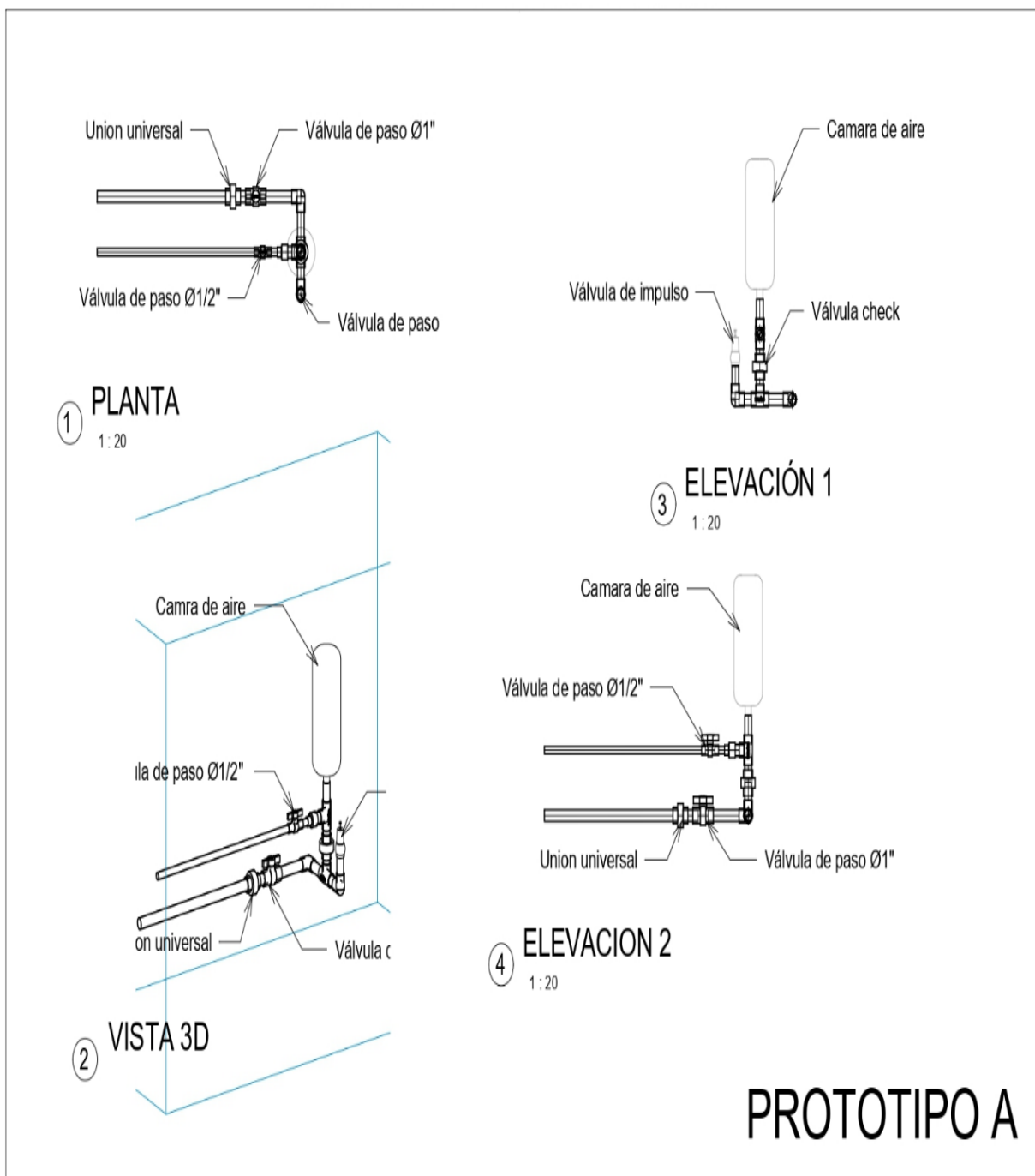
Anexo 8.

Mapa de ubicación de los prototipos en el área de estudio.



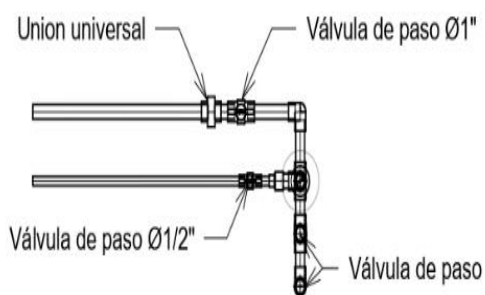
Anexo 9.

Diseño final del prototipo al prototipo "A"

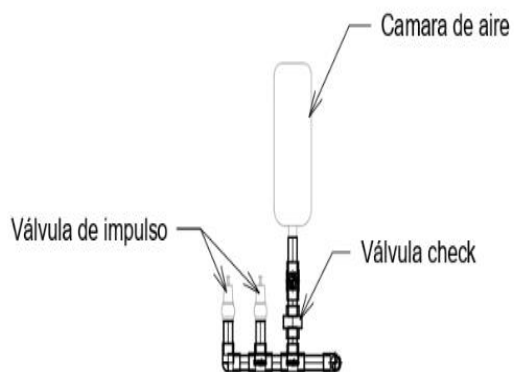
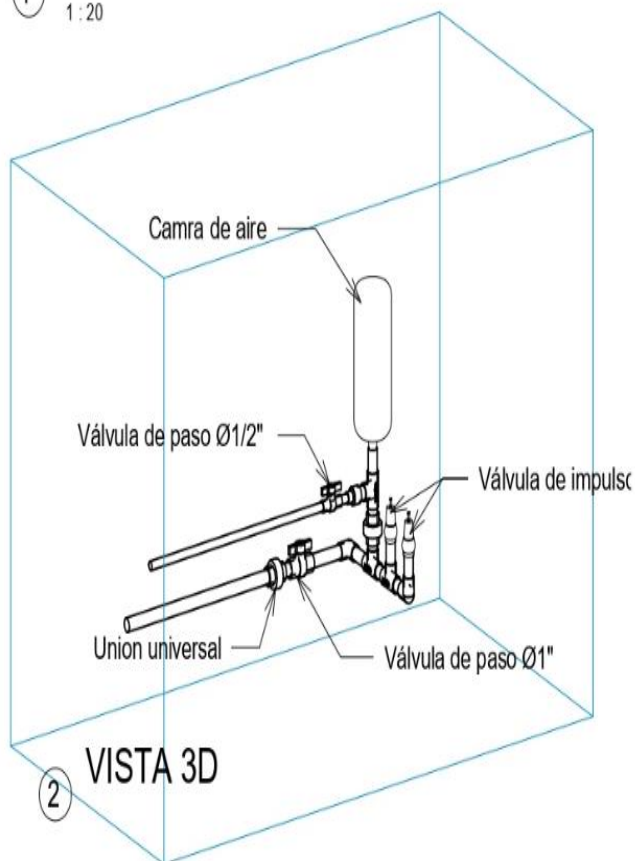


Anexo 10.

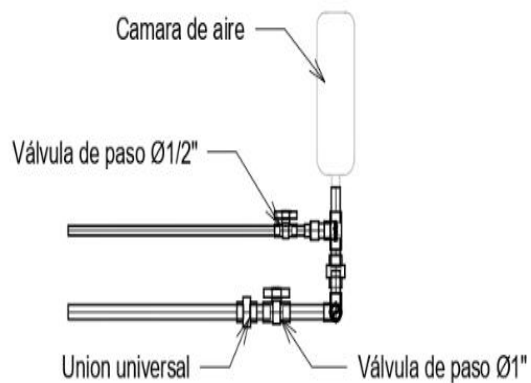
Diseño final del prototipo "B"



1 PLANTA
1 : 20



3 ELEVACIÓN 1
1 : 20



4 ELEVACION 2
1 : 20

PROTOTIPO B

Anexo 11.

Acondicionamiento del pozo rudimentario donde las filtraciones de agua se almacenan para posteriormente abastecer al prototipo "A"



Anexo 12.

Acondicionamiento del prototipo "A" a una diferencia de altura del pozo rudimentario de 1.5 metros



Anexo 13.

Tanque de 1100 litros, donde el caudal bombeado del prototipo "A" se almacena para luego abastecer al prototipo "B".



Anexo 14.

Vista fotográfica del Prototipo "B" en operación.



Anexo 15.

Vista fotográfica del Tanque de 600 litros, donde el caudal de bombeo del prototipo "B" se almacena para luego ser utilizados por las personas que requieran del suministro hídrico



Anexo 16.

Caudal bombeado del sistema del prototipo "B" a la altura de la vivienda.

