


Diseño de una Bomba de Ariete Hidráulico para suministrar agua en el centro poblado San Juan de Tinguillan-Las Pirias, Jaén-Cajamarca

Design a hydraulic ram pump to supply water to the Populated Center of San Juan de Tinguillan-Las Pirias, Jaen-Cajamarca

Carlos Díaz¹  y Segundo Segura² .

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue diseñar un sistema de bombeo hidráulico a base del principio de golpe de ariete, para suministrar una demanda de agua, al Centro Poblado San Juan de Tinguillan-Las Pirias, Jaén-Cajamarca. El estudio fue aplicativo y experimental, conformada por tres viviendas, cada una constituida por cinco miembros. Se utilizó la observación directa, técnica analítica, análisis documental y el programa SolidWorks, para diseño y simulación. La determinación de la cantidad de agua/ hab se realizó según Norma I.S.010, la cual fue 150 L/hab/día; el promedio del caudal de suministro fue 34.168 L/min; la potencia de la bomba fue 55.85 W. La simulación de la bomba de ariete hidráulico evidenció que el diseño fue funcional, para el suministro de agua.

Palabras clave: Diseño, bomba, ariete hidráulico, suministro, agua

ABSTRACT

This research aimed to design a hydraulic pumping system based on the water hammer principle, to supply a water demand, developed in the San Juan de Tinguillan-Las Pirias Village Center, Jaen-Cajamarca. For this purpose, an applicative and experimental study was carried out, where the population consisted of nine houses, and the sample consisted of three houses, each with five members. Direct observation, analytical technique, documentary analysis, and the SolidWorks program were used for design and simulation. The quantity of water/inhabitant was determined according to the I.S.010 Standard, which was 150 L/inhabitant/day; the average supply flow was 34,168 L/min; the pump power was 55,85 W. The simulation of the hydraulic ram pump showed that the design was functional for water supply.

Keywords: design, pump, hydraulic ram, supply, water.

Recibido: 18/11/2023. Aceptado: 18/12/2023

* Autor para correspondencia

¹. Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú. Email: Carlos.diaz@est.unj.edu.pe

². Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú. Email: segundo.segura@est.unj.edu.pe

INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento fundamental para todos los seres vivos y su abastecimiento es primordial; sin embargo, no todos tienen este elemento diariamente durante las 24 h. El consumo mundial de agua se incrementa cada 20 años (un ritmo dos veces mayor que el crecimiento humano) dependiendo de la población. Según información del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, más de 1.100 millones de personas en el mundo carece agua potable, 31 países padecen escasez de ella y dos de cada cinco personas no cuentan con instalaciones adecuadas de saneamiento. El Perú cuenta con tres vertientes en su territorio, con una disponibilidad de casi 2 billones de metros cúbicos de agua cada año; sin embargo, por la geografía, la vertiente del Pacífico, donde reside el 66 % de la población, solo cuenta con una disponibilidad de 2.2 % de acceso al agua. La distribución de su uso está dispuesta en agrícola (30-35 %); poblacional (40- 45 %) e industrial (45-50 %).

Torres et al., (2017) menciona que aunque el acceso a estos servicios ha mejorado en los últimos tiempos, sigue presentándose inequidad entre las zonas urbanas y rurales, debido principalmente a las condiciones de prestación de estos servicios, por lo que la carencia de agua de calidad impacta negativamente en los pobladores, ubicados en sitios donde las instituciones responsables no han podido brindar una solución centralizada, para abastecer con agua segura a estas zonas, es decir, la población necesita recurrir a quebradas, ríos para sus actividades diarias, por lo que se requieren soluciones eficaces y de fácil adopción, otras alternativas como, sistemas de bombeo.

Huamán (2021), en su Tesis de maestría con mención en Gestión Empresarial “Diseño de una bomba de ariete hidráulico, comercial y sostenible, para usarse en zona rural del distrito de lamas” planteo el objetivo de diseñar una bomba de ariete hidráulico, comercial y sostenible para contribuir a solucionar el problema de abastecimiento de agua potable, utilizando el método inductivo, cuyo resultado fue la construcción de una bomba de ariete realizado con materiales prefabricados y comercialización común tiene una vida útil de 5 a 10 años con tan solo una inspección periódica favoreciendo a generar un mayor ingreso a las familias. Por lo tanto, esta investigación aportó el conocimiento para el diseño y dimensionamiento de los componentes de la bomba de ariete hidráulico y así garantizar un funcionamiento eficiente y sostenible.

La investigación realizada se situó en el centro poblado San Juan de Tunguillan, ubicado a 6 km de la ciudad de Jaén, lugar que no cuenta con el suficiente abastecimiento de agua por el hecho que es limitado, en consecuencia, los pobladores optan por la compra de agua y así poder satisfacer las necesidades primordiales, a razón de este motivo se diseñó una bomba de ariete hidráulico que abastecerá de agua

constante a las viviendas, siendo nuestra fuente de agua principal la quebrada que transcurre por el centro poblado. Se planteó la siguiente interrogante ¿Cómo suministrar agua en el centro poblado San Juan de Tunguillan- Las Pirias, Jaén-Cajamarca? por consiguiente, se buscó la teoría y parámetros necesarios para el planteamiento del Diseño de una bomba de Ariete Hidráulico para suministrar agua. Por esa razón el objetivo fue diseñar una bomba de ariete hidráulico para suministrar agua en el centro San Juan de Tunguillan-Las Pirias, Jaén-Cajamarca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación fue experimental debido a que se manipuló los parámetros hidráulicos en el diseño de la bomba de ariete hidráulico, así mismo fue aplicativo por qué mediante la teoría se resolvió problemas basados en cálculos obtenidos para dar una solución al objetivo de estudio (Gonzales, 2020). El método aplicado en la investigación fue Inductivo porque se partió de un caso particular para poder inferir en los casos generales y sintético, ya que se analizó cálculos matemáticos obtenidos para determinar la eficacia y eficiencia de la bomba de ariete hidráulico que se diseñó (Gonzales, 2020). La recolección de datos de caudal se hizo mediante un caudalímetro y para análisis se utilizó el software Hidroesta 2, para el diseño de la bomba de ariete hidráulico se utilizó el software SolidWorks.

RESULTADOS

El cálculo de dotación de agua, se realizó mediante la normativa IS 010 de instalaciones sanitarias para edificaciones, obteniendo un consumo de 150 litros diarios por habitante, siendo la muestra 15 personas y dando como resultado 2250 litros de demanda de agua. La medida del Caudal de la quebrada Tumguillan se realizó durante un mes y el promedio fue de $0.6620 \text{ m}^3/\text{s}$, contando también con una data completa de todo el año de medición hecha por la Autoridad Nacional del Agua con Resolución directoral de la Autoridad Nacional de Agua- sede Jaén del año 2017, lo que nos permitió conocer que la medición de caudal son similares.

Mediante los cálculos matemáticos adquiridos de libros de mecánica de fluidos y artículos científicos consultados para realizar nuestro diseño de la bomba de ariete hidráulico se obtuvo que como caudal de entrega proporcionado será de $q = 0.0005694 \text{ m}^3/\text{s}$, analizando el rendimiento volumétrico de la misma fue de $\% \Delta Q = 31.6\%$ llegando a conseguir un caudal de $q = 0.000389 \text{ m}^3/\text{s}$ que proporcionara el agua suficiente requerida por los pobladores. Además, se obtuvo que el diseño de la bomba tiene una potencia de $P = 55.85 \text{ W}$.

Para los análisis y simulación del Diseño de la bomba se usó el Software de modelado mecánico SolidWorks encontrando los parámetros de esfuerzos mecánicos que soportaron los materiales de la Bomba de ariete Hidráulico. En el primer estudio analizado se obtuvo que las piezas que soportarán la mayor presión del agua y aire fueron en el codo de 90° y la TEE, soportando una presión entre 10 y 20 Mpa y estando dentro del rango de valores normales ya que el máximo que soportaría la tubería antes de su deformación es de 33.482 Mpa (Ver Figura 1).

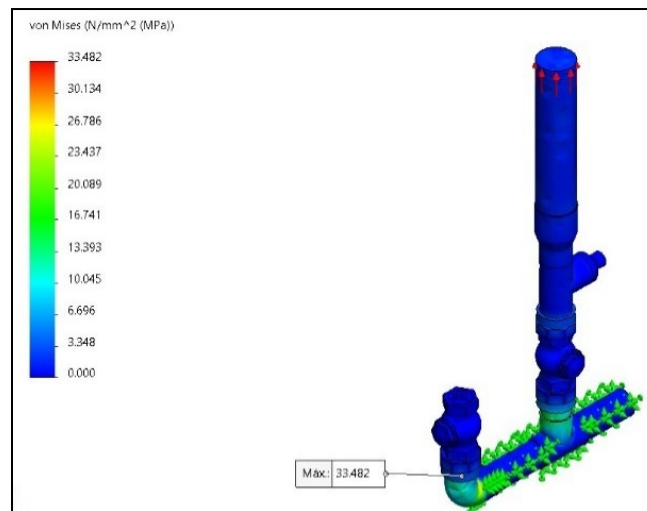


Figura 1. Resultados del Estudio estático de los componentes

Se realizó el análisis del Factor de Seguridad del diseño, obteniendo un factor de 3 en casi todas las piezas, a excepción del codo que tiene un resultado de 1.279 por ser la pieza que soporta mayor presión, pero dicho resultado no perjudica al diseño de la bomba por ende llega a ser funcional (Ver Figura 2).

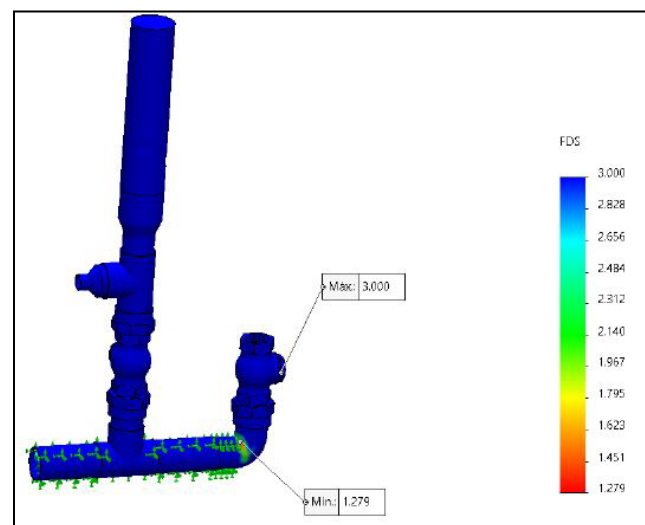


Figura 2. Resultados del Estudio Factor de Seguridad

En el estudio del fluido realizado en el software SolidWorks, se demostró que el comportamiento del agua dentro de la Bomba al ingreso del fluido se generó el fenómeno del golpe de ariete y a la salida del fluido que se va a suministrar (Ver Figura 3).

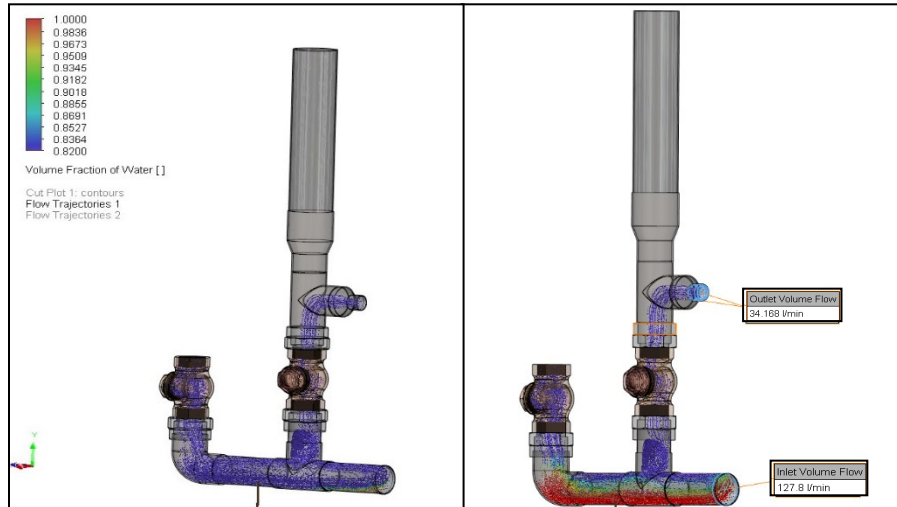


Figura 3. Estudio del Flow simulation, recorrido del agua dentro de la Bomba

DISCUSIÓN

Según Pauro (2016), obtuvo un caudal de suministro de $0.0001461 m^3/s$ a un desnivel de 23,10 m., en nuestra investigación obtuvimos un caudal de suministro $0.00213 m^3/s$ a un desnivel de 10 m. Según Arangurí, 2018, utilizó una tubería para la bomba de 1" de diámetro, obteniendo un caudal de descarga de $0.7416 m^3/s$, en nuestro proyecto se utilizó una tubería de 2 1/2", obteniendo un caudal de entrega de $0.000402 m^3/s$. Además se demostró que el diseño es funcional y efectiva para el suministro de agua. Los resultados obtenidos muestran que el caudal de suministro promedio de 34,168 L/min y la potencia de la bomba de 55.85 W cumplen con los requerimientos de agua para la población estudiada . Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que han destacado la importancia de soluciones eficaces y de fácil adopción, como los sistemas de bombeo, para abastecer con agua segura a zonas rurales que carecen de acceso a servicios de agua potable .

Además, el análisis y simulación del diseño de la bomba de ariete hidráulico utilizando el software de modelado mecánico SolidWorks ha permitido identificar los parámetros de esfuerzos mecánicos que soportan los materiales de la bomba. Se encontró que las piezas que soportarán la mayor presión del agua y aire, como el codo de 90° y la TEE, están dentro del rango de valores normales, lo que valida la viabilidad y seguridad del diseño. Asimismo, se determinó que el rendimiento volumétrico de la bomba

fue del 31.6 %, lo que garantiza un caudal suficiente para satisfacer las necesidades de agua de los pobladores. Estos resultados son consistentes con investigaciones anteriores que han destacado la importancia de soluciones eficaces y de fácil adopción, como los sistemas de bombeo, para abastecer con agua segura a zonas rurales que carecen de acceso a servicios de agua potable. La relevancia de este estudio radica en su contribución a la solución de problemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, donde la carencia de agua de calidad impacta negativamente en los pobladores.

CONCLUSIONES

La investigación reveló que el caudal promedio de la quebrada Tinguillan alcanzó $0.6620 \text{ m}^3/\text{s}$, medido con precisión mediante el uso del caudalímetro y el software Hidroestá 2. Esta información fue crucial para el cálculo matemático y diseño de la bomba de ariete, orientada a satisfacer la demanda de agua de acuerdo con la normativa IS 010 para edificaciones, que establece un consumo de 150 litros por habitante diario. La bomba de ariete hidráulico diseñada demostró ser eficaz al almacenar 33.60 m^3 de agua en un periodo de 24 horas, cumpliendo así con la demanda de agua de la muestra, fijada en 2250 litros en el mismo lapso de tiempo. Para lograr este objetivo, se seleccionó un tanque Rotoplas de 2.5 m^3 , que se estableció como una opción idónea para satisfacer las necesidades hídricas de los habitantes.

La evaluación estática de la bomba de ariete hidráulico se llevó a cabo mediante el programa SolidWorks. Los resultados del análisis indicaron que los componentes más susceptibles a las presiones del agua y aire fueron el codo de 90° y la TEE. Los datos recopilados demostraron que el material PVC utilizado en la construcción es lo suficientemente resistente y no experimenta deformaciones en estas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agua, A. N. (2017). Resolución Directoral N°2217-2017-ANA-AAA.M. ANA, Cajamarca, Jaén.
- Arangurí Cayetano, D. J. (2018). Efectividad del Sistema de Bombeo con Ariete Hidráulico en la zona rural de la provincia de San Pablo-Cajamarca [Tesis de doctorado, Universidad Nacional De Cajamarca]. Repositorio Institucional, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2138>
- Cengel, Y., & Cimbala, J. (2006). Mecánica de Fluidos fundamentos y aplicaciones. Mexico D.F: Mc Graw Hill.

- Chávez rusvel, P. (2016). Diseño de Bomba de Ariete Hidráulico, en la Asociación San Miguel - Yacango Distrito Torata Región Moquegua[Tesis de Titulación, Universidad Jose carlos Mareategui. Torata, Moquegua.
- Gonzales, J. L. (2020). Proyecto de tesis-guia para la elaboración. Jose Luis Arias Gonzales.
- González, O. H. (2020). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico. Revista Cubana de Medicina General Integral, 3.
- Huamán Torrejón, C. S. (2021). Diseño de una bomba de ariete hidráulico, comercial y sostenible, para usarse en zona rural del distrito de lamas[Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional, Tarapoto. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/4176>
- Jeffrey, T. (1992). Hydraulic Ram Pumps. A guide to ram pump water supply systems. London: ITDG Publishing.
- Jiménez Bolaños, J. M. (2011). El Ariete Hidraulico. Fundacion Tierra.
- Kundu, P., Cohen, I., & Dowling, D. (2013). Fluid Mechanics. Oxford.
- Mataix, C. (1986). Mecanica De Fluidos y Maquinas Hidraulicas. Ediciones Del Castillo S.A.
- Ministerio de Vivienda, Construcion y Saneamiento. (15 de Julio de 2016). Gobierno del Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619716-is-010-instalaciones-sanitarias-para-edificaciones-ds-n-017-2012>
- Montecinos Larrosa, A., & Gallardo Quiñones, L. (2004). Los Secretos Del Ariete Hidraulico. Cuba Solar, 1-11.
- Mott, R. L. (1996). Mecanica De Fluidos. Pearson Educacion.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, I. C. (22 de Marzo de 2019). UNESCO. Obtenido de UNESCO: <https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr/2019>
- Peru, G. d. (2017). ANA. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/rd-2217-2017-02_0.pdf
- Torres parra, C. (2017). Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtracion. Salud publica.
- Watt, S. (1975). A Manual on Hidraulic Ram for Pumping Water. London: Intermediate Technology Publications.
- Young, B. W. (1996). Simplified Analysis and Design of the Hydraulic Ram Pump.