



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Mejora del proceso de bombeo para incrementar el caudal del  
sistema de abastecimiento de agua para cultivo en el Fundo  
Pizarro. Amazonas. 2023

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

**AUTORA:**

Ordinola Ramirez, Carla Maria (orcid.org/0000-0001-9146-0894)

**ASESOR:**

Mg. Malca Hernandez, Alexander David (orcid.org/0000-0001-9843-7582)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TRUJILLO - PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mi esposo Miguel Ángel y a mis hijos Carlos Miguel, Mario Ángel e Ivan Alexander; a nuera Marye y a mi nieto Emiliano por su compañía que me inspira a seguir superando.

**Carla María**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Mg. Ing. Malca Hernández Alexander David, por sus oportunos consejos en realizar la investigación.

Al Proyecto “Creación del Centro de Investigación en Climatología y Energías Alternativas” (PROCICEA), del INDES-CES de la UNTRM, por haber brindado los recursos logísticos para la ejecución de la investigación.

A la familia Pizarro Salazar por haber facilitado el área de estudio lo que ha permitido abastecer con agua las actividades pecuarias.

**Carla María.**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MALCA HERNANDEZ ALEXANDER DAVID, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Mejora del proceso de bombeo para incrementar el caudal del sistema de abastecimiento de agua para cultivo en el Fundo Pizarro. Amazonas. 2023", cuyo autor es ORDINOLA RAMIREZ CARLA MARIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 28 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MALCA HERNANDEZ ALEXANDER DAVID <b>DNI:</b> 09678936 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9843-7582	Firmado electrónicamente por: AMALCAH el 11-01- 2024 09:35:44

Código documento Trilce: TRI - 0711896



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, ORDINOLA RAMIREZ CARLA MARIA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Mejora del proceso de bombeo para incrementar el caudal del sistema de abastecimiento de agua para cultivo en el Fundo Pizarro. Amazonas. 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ORDINOLA RAMIREZ CARLA MARIA <b>DNI:</b> 18131989 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9146-0894	Firmado electrónicamente por: CMORDINOLAR el 19- 01-2024 12:31:56

Código documento Trilce: INV - 1543485

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5. Procedimientos: .....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	18
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN .....	39
VI. CONCLUSIONES .....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXO.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudal de agua que fluye por la quebrada.....	22
Tabla 2. Caudal de agua captado de la quebrada hacia los desarenadores.....	24
Tabla 3. Caudal de agua conducido por cada una de las dos tuberías de alimentación de las BAH, una distancia de 180 m desde el segundo desarenador. ....	25
Tabla 4. Caudal de agua bombeado o elevado hasta el reservorio por las dos BAH en paralelo, con manguera de 1" (0.0254 m), a una altura de 50 m desde la ubicación de las BAH, con alimentación desde 180 m de distancia.....	28
Tabla 5. Caudal de agua bombeado o elevado hasta el reservorio por las dos BAH en paralelo, con manguera de 1" (0.0254 m), a una altura de 50 m desde la ubicación de las BAH, con alimentación desde 18 m de distancia.....	33
Tabla 6. Prueba de normalidad del caudal de agua según cierre de válvulas.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de bombeo de agua con bomba de ariete hidráulico.....	4
Figura 2. Primera etapa de ciclo de funcionamiento de la bomba de ariete .....	5
Figura 3. Segunda etapa del ciclo de funcionamiento de la bomba de ariete hidráulico.....	6
Figura 4. Tercera etapa del ciclo de funcionamiento de la bomba de ariete hidráulico.....	6
Figura 5. Esquema de la instalación de dos BAH en paralelo.....	9
Figura 6. Ubicación Geográfica del Fundo Pizarro, San Jerónimo, Amazonas...	20
Figura 7. Medición de la velocidad del agua en la quebrada, para calcular su caudal.....	21
Figura 8. Captación del agua de la quebrada hacia los desarenadores.....	23
Figura 9. Alimentación de las dos bombas de ariete hidráulico en paralelo .....	26
Figura 10. Bombeo deficiente por la gran distancia de alimentación y la disposición de las mangueras de alimentación en los últimos 20 m antes de las bombas. ....	27
Figura 11. Tercera etapa del ciclo de funcionamiento de la bomba de ariete hidráulico.....	29
Figura 13. Ubicación mejorada del tanque de alimentación con respecto a las dos BAH.....	31
Figura 12. Conducción mejorada del agua para alimentar desde un tanque a 18 m, las dos bombas de ariete hidráulico en paralelo. ....	31
Figura 14. Distancia de cierre de válvulas de 0.5 cm.....	31
Figura 15. Bombeo de agua hasta el reservorio a 50 m de altura.....	32
Figura 16. Prueba de T de Student para medidas emparejadas entre el caudal de agua antes y después de realizada la mejora en el proceso de bombeo a una distancia de cierre de la válvula a 1.5 cm.....	35
Figura 17. Prueba de T de Student para medidas emparejadas entre el caudal de agua antes y después de realizada la mejora en el proceso de bombeo a una distancia de cierre de la válvula a 1 cm.....	36
Figura 18. Prueba de T de Student para medidas emparejadas entre el caudal de agua antes y después de realizada la mejora en el proceso de bombeo a una distancia de cierre de la válvula a 0.5 cm.....	37



## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue establecer la mejora del proceso de bombeo de agua con bomba para incrementar el caudal del sistema de abastecimiento de agua para cultivo en el Fundo Pizarro. Amazonas. 2022. Para lo que se instalaron en paralelo dos bombas de ariete hidráulico de dos válvulas de cierre cada una que tenían un resorte de 10 cm entre su disco de cierre y su puente y en la parte superior un contrapeso de fierro. Las bombas al inicio fueron alimentadas con el agua conducida por una tubería de 2 pulgadas para cada una desde el segundo desarenador con un total de 200 L de agua/min captada desde la quebrada cubriendo una distancia de 180 m, con una diferencia de altura de 10 m; en estas condiciones, las bombas elevaron hasta el reservorio ubicado a 50 m de altura con respecto a la ubicación de las bombas, un caudal de agua de 1.93, 2.01 y 2.05 L/min con distancias de cierre o carrera de válvulas de cierre de 1.5, 1.0 y 0,5 cm y 12, 14 y 15 cierres de válvulas/min, respectivamente, y no se podía incrementar el caudal de agua elevado debido a que al ocurrir el retroceso del agua en el cuerpo de las bombas generando un vacío que abre las válvulas de cierre, el agua sigue retrocediendo hasta llegar al desarenador y recién vuelve a fluir desde allí hacia las bombas, haciendo que cada ciclo de bombeo demande más tiempo. La primera modificación realizada fue reducir la distancia de alimentación a 18 m, para lo que se instaló un tanque de 200 L sobre una estructura de fierro quedando a una diferencia de altura de 5 m con respecto a las bombas, este tanque fue alimentado con el agua captada y conducida por tres tuberías de 2 pulgadas cada una con un caudal total promedio de 300 L/min; desde este tanque se alimentó con su tubería de 2 pulgadas a cada una de las dos bombas conduciendoles en total 200 L de agua/min; como segunda modificación, se cambió el contrapeso de cada válvula de cierre por un resorte de 10 cm ubicado entre su puente y el extremo de su vástago, cuya distancia de cierre se reguló con tuerca y contratuerca. Con estas modificaciones, se hizo llegar hasta el reservorio 7.42, 10.4 y 12.0 L/min, con distancias de cierre de válvulas de cierre de 1.5, 1.0 y 0.5 cm; 14, 24 y 36 cierres de válvulas/min y 3.51, 4.92 y 5.68% de eficiencia, respectivamente. Concluyendo que la distancia de alimentación de las bombas debe ser menor de 30 m para que al reducir la carrera de las válvulas de cierre se incremente el número de cierres de válvulas/min, lo que a su vez incrementa el caudal bombeado hacia el reservorio y

la eficiencia del bombeo. A un 1.5 cm de cierre de válvula  $T_{(4)} = -75.4$ ;  $p < 0.001$ ; g de Hedges= -26.88 IC95% (-43.84, -9.34), diferencia de medias de -5.49, en el cierre de válvula a 1cm los valores de  $T_{(4)} = -58.87$ ;  $p < 0.001$ ; g de Hedges= -21.01; IC95% (-34.27, -7.29) diferencia de medias de -8.02, en el cierre de válvulas de 0.5 cm los valores de  $T_{(4)} = -86.93$ ;  $p < 0.001$ ; g de Hedges= -31.02; IC95% (-50.58, -10.78), diferencia de medias de -9.94.

**Palabras clave:** Bomba de ariete hidráulico, mejora de proceso, energía hidráulica.

## ABSTRACT

The objective of this research was to establish the improvement of the water pumping process with a pump to increase the flow of the water supply system for cultivation in the Pizarro Farm. Amazon. 2022. For this purpose, two hydraulic ram pumps with two closing valves each that had a 10 cm spring between their closing disc and their bridge and an iron counterweight were installed in parallel. At the beginning, the pumps were fed with water carried by a 2-inch pipe for each one from the second sand trap with a total of 200 L of water/min collected from the stream covering a distance of 180 m, with a height difference of 10m; Under these conditions, the pumps raised a water flow rate of 1.93, 2.01 and 2.05 L/min to the reservoir located 50 m high with respect to the location of the pumps with closing distances or closing valve strokes of 1.5 , 1.0 and 0.5 cm and 12, 14 and 15 valve closures/min, respectively, and the high water flow rate could not be increased because when the water retreated into the body of the pumps, generating a vacuum that Open the shut-off valves, the water continues to recede until it reaches the sand trap and only flows again from there to the pumps, making each pumping cycle require more time. The first modification made was to reduce the feeding distance to 18 m, for which a 200 L tank was installed on an iron structure, leaving it at a height difference of 5 m with respect to the pumps. This tank was fed with the water captured and conveyed by three pipes of 2 inches each with an average total flow of 300 L/min; From this tank, its 2-inch pipe was fed to each of the two pumps, carrying a total of 200 L of water/min; As a second modification, the counterweight of each closing valve was changed to a 10 cm spring located between its bridge and the end of its stem, whose closing distance was regulated with a nut and locknut. With these modifications, 7.42, 10.4 and 12.0 L/min were reached to the reservoir, with closing distances of shut-off valves of 1.5, 1.0 and 0.5 cm; 14, 24 and 36 valve closures/min and 3.51, 4.92 and 5.68% efficiency, respectively. Concluding that the supply distance of the pumps must be less than 30 m so that by reducing the stroke of the closing valves the number of valve closures/min increases, which in turn increases the flow pumped to the reservoir and pumping efficiency. At 1.5 cm of valve closure  $T(4) = -75.4$ ;  $p < 0.001$ ; Hedges'  $g = -26.88$  95% CI (-43.84, -9.34), mean difference of -5.49, in valve closure at 1cm the values of  $T(4) = -58.87$ ;  $p < 0.001$ ;  $g$  of Coverages= -21.01; 95%CI (-34.27, -7.29) mean difference of -8.02,

in valve closure of 0.5 cm the values of  $T(4) = -86.93$ ;  $p < 0.001$ ; g of Coverages = -31.02; 95% CI (-50.58, -10.78), mean difference of -9.94.

**Keywords:** Hydraulic ram pump, process improvement, hydraulic power.