

# Diseño y construcción de un banco de pruebas de Electrobombas conectadas en serie y paralelo en la Universidad Antonio Nariño Sede Riohacha.

Carlos Marios Lozano Barragán. Cod. 235511725095  
Raúl Eduardo Rodríguez Palmar. Cod. 23551727440  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Programa Académico  
Universidad Antonio Nariño  
Riohacha

[Calozano64@uan.edu.co](mailto:Calozano64@uan.edu.co)

[rrodriguez40@uan.edu.co](mailto:rrodriguez40@uan.edu.co)

Director Jaider Javier Mendoza Amaya

[jmendoza87@uan.edu.co](mailto:jmendoza87@uan.edu.co)

**RESUMEN:** El siguiente trabajo tiene la finalidad de proporcionar a la comunidad educativa y específicamente a los programas de ingeniería una herramienta didáctica para la selección y configuración de sistemas de bombeo.

En primer lugar dirigimos nuestra investigación en las electrobombas, tomando como referencia un sistema de bombeo y en el caso que una sola no tenga la suficiente capacidad, el estudiante tome la decisión y el tipo de arreglo requerido.

Seguidamente se pretende que este banco prueba sirva de prácticas de laboratorios para afianzar los conocimientos de asignaturas referentes al tema.

Por último, se entregará y puesta en marcha del banco de pruebas con información necesaria para su funcionamiento y recomendaciones de mantenimiento.

**PALABRAS CLAVE:** *Electrobombas, Conexión serie, paralelo.*

## Abstract

The following work aims to provide the educational community and specifically engineering programs with a teaching tool for the selection and configuration of pumping systems.

First of all, we direct our research in electric pumps, taking as reference a pumping system, and in the case that only one does not have sufficient capacity, the student makes the decision and the type of arrangement required.

Next, it is intended that this test bench will serve as laboratory practices to strengthen the knowledge of subjects related to the subject.

Lastly, the test bench will be delivered and commissioned with information necessary for its operation and maintenance recommendations.

**KEY WORDS:** *Electric pumps, Serial connection, parallel*

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Hoy en día el uso de las electrobombas es tan común que este elemento se ha vuelto necesario en casi todo el mundo, además se encuentran de forma libre en el mercado diversas clases y marcas de electrobombas que hacen posible de su instalación sea sencilla y fácil. El gran campo de aplicación que tiene la electrobomba centrífuga para manejar diversas clases de fluidos, hacen que estas sean las más genérica y comercialmente hablando predilecta frente a otros tipos, además el costo y mantenimiento son muy bajos.

Una electrobomba centrífuga es, una máquina que consiste en un impulsor encerrado dentro de una caja o cárter, o una cubierta o carcasa. Los álabes del impulsor imparten energía al fluido por la

fuerza centrífuga. Uno de los factores más importantes que contribuyen al creciente uso de bombas centrífugas ha sido el desarrollo universal de la fuerza eléctrica. En los procesos u operaciones industriales existen requerimientos de flujo y carga en los que es necesario utilizar un sistema de bombeo con más de una electrobomba; esto puede ser porque la demanda de gasto o de carga del proceso no pueda ser suministrado por una sola, por lo cual se hace necesario el uso de un sistema de bombeo en serie o paralelo según sea el requerimiento.

El siguiente trabajo muestra los diferentes configuraciones y situaciones en que se pueden operar los sistemas de bombeo tanto en serie como paralelos. Dos electrobombas idénticas utilizadas en paralelo duplican el caudal manteniendo la misma descarga. De la igual forma, cuando estas se conectan en serie, el caudal se mantiene.

El principal objetivo es el de construir el banco de pruebas de electrobombas en serie y en paralelo con la correspondiente elaboración de pruebas y análisis de resultados. Partiendo de una breve reseña histórica sobre el origen y aplicación de estas, se inicia posteriormente a describir el banco de pruebas como objeto de estudio. **(Figura1)**

Las universidades cuentan con laboratorios donde se pueda medir parámetros como caudal, altura, presión, entre otros, universidad Nacional de Colombia, U. industrial de Santander, cuentan con modernos laboratorios desarrollando actividades académicas sobre la selección de equipos y de sistemas. En Cali la universidad autónoma de occidente desarrollo un banco de ensayo de bombas [1]. Al igual que la universidad Francisco de Paula Santander implemento un banco de pruebas de Bombas en serie y paralelo. [2]



**Figura 1.** Banco de pruebas bombas centrifuga. [2]

En el departamento las universidades desarrollan laboratorios referentes por medio de simuladores virtuales que ayudan, pero no cuentan con laboratorios físicos.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente La Universidad Antonio Nariño, no cuenta de equipos de laboratorios para la asignatura de máquinas hidráulicas, es un faltante importante que impide que se materialicen conocimientos y se afiancen conceptos adquiridos en la teoría, la universidad cuenta con docentes capacitados que se ven en la necesidad de suplir esas actividades con simuladores, Videos y un sinnúmero de estrategias que no reemplazan los laboratorios.

En vista de lo antes mencionado, la universidad tiene planes de realizar y adecuar esos laboratorios, pero sin materializar esas ideas, por lo que se hace necesario tener un banco de pruebas de electrobombas conectadas en serie y paralelos, con el objetivo de observar el funcionamiento de cada uno de los sistemas y su rendimiento.

¿La construcción del banco de pruebas de Electrobombas centrífugas conectadas en serie y en paralelo con fines educativos, será la solución para resolver el faltante de laboratorio de las asignaturas de máquinas hidráulicas?

## II. JUSTIFICACIÓN

La universidad Antonio Nariño en su búsqueda de mejora de la calidad en la formación, ha venido desarrollando estrategias para mejora de su infraestructura como sus laboratorios, apoya el desarrollo integral e investigativo a través de sus estudiantes, pero ha tenido dificultades para realizar prácticas de laboratorios de algunas asignaturas, caso puntual las prácticas de hidráulica y máquinas hidráulicas. Como estudiantes de tecnología electromecánica es indispensable realizar estas actividades, para afianzar el conocimiento adquirido en la teoría y así recibir educación de alta calidad.

Este proyecto aportara un granito de arena hacia el fortalecimiento de la institución en cuanto a laboratorios se refiere, dando apoyo a los docentes. Esta será una ayuda didáctica en la formación y en permitirle a los estudiantes de la facultad de ingeniería y tecnología poder recibir formación de acuerdo a lo establecido en el pensum.

### III. OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

- Implementar un banco de pruebas de electrobombas conectadas en serie y paralelas para uso educativo en la universidad Antonio Nariño sede Riohacha.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema hidráulico adecuado para el montaje.
- Establecer el sistema de bombeo centrífugo en serie y en paralelo
- Elaborar una guías de laboratorio para el manejo de banco de pruebas.
- Evaluar el funcionamiento del montaje de electrobombas en serie y paralelo.

### IV. ALCANCE

Se desarrollará los planos de taller para la construcción de la estructura analizada y diseñada de forma que sea funcional para realizar adecuadamente los laboratorios.

El proyecto desarrollado va a contener las prácticas de laboratorios sobre maquinas hidráulicas y sus diferentes configuraciones.

Este será realizado en un periodo de tiempo estipulado para la entrega de proyectos por parte de la universidad.

### V. METODOLOGIA

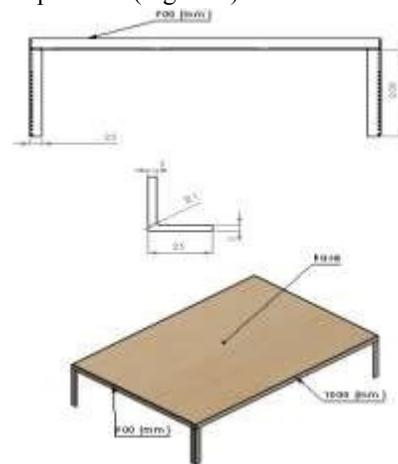
El desarrollo del proyecto se basa en una metodología descriptiva, que se utiliza para recoger, organizar, resumir analizar, los resultados

de las observaciones, además la ventaja de esta metodología es que es fácil, de corto tiempo y economía. [3].

#### Diseño De La Estructura.

El diseño de la estructura será adecuado de tal forma que podamos desarrollar la actividad sin obstáculos y que los componentes sean bien distribuidos.

La estructura se diseñó en software especializado, CAD (SolidWorks), para observar el comportamiento de la estructura y así evita que esta no sea capaz de soportar el peso de nuestro banco de pruebas. (Figura 2)



**Figura 2.** Estructura base de Sistema Banco de Electrobombas.

#### Diseño Del Sistema Hidráulico.

El diseño de las configuraciones que se trabajara en el banco de electrobombas se realizara de forma que sea de fácil manejo y evitar interferencias entre tuberías que obstaculicen el diseño y la visual de los parámetros de medición, como presión, caudal, voltaje y amperaje. (Figura 3)

Basados en el diseño de [3], desarrollamos el sistema hidráulico.

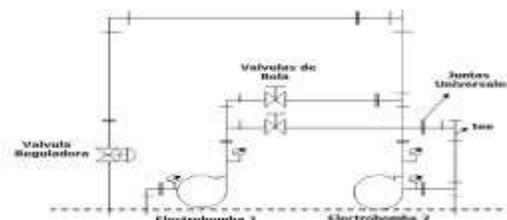


Figura 3. Esquema del diseño hidráulico. [10]

### Selección De Electrobombas

- Primeramente, se debe calcular la cabeza requerida por el sistema en función del caudal, considerando por supuesto las pérdidas por fricción, la cabeza estática y la de presión. [4]
- Luego grafique esta ecuación en función del caudal, de manera que se pueda observar fácilmente la cabeza requerida del sistema para cualquier caudal.
- Escoger un caudal en específico para el cual se quiere poner a funcionar el sistema de bombeo.
- Buscar en un catálogo de cualquier proveedor de bombas, las curvas con los diferentes diámetros de impeler, eficiencia y potencia del motor eléctrico acoplado. (Figura 4)

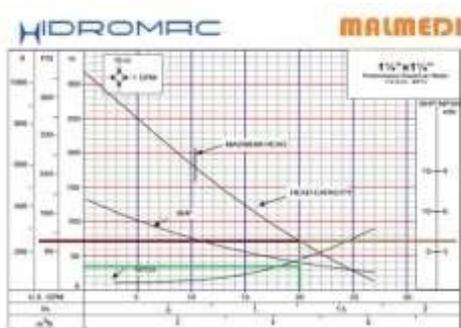


Figura 4. Selección de Bombas Curva característica. [12]

### Diseño del Depósito de Agua

Para el diseño del sistema hidráulico se calculó el volumen de agua que va a contener el banco de pruebas. [2]

Para el diseño del tanque de almacenamiento, según la estructura necesitamos un tanque que tenga 10 lts de agua para que el agua pueda recircular el fluido y que este no quede vacío a la hora de la puesta en marcha.

Para conocer el peso del tanque tenemos que conocer el volumen del mismo. (Figura 5)

$$\text{Volumen} = B \times H \times L$$

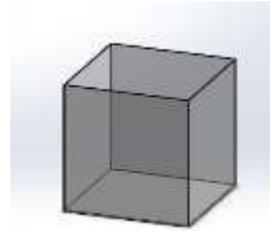


Figura 5. Tanque de almacenamiento de agua

### Selección de accesorios.

Se seleccionaron los elementos o accesorios de unión para el banco de pruebas de electrobombas, tales como manómetros, medidor de caudal, uniones universales, válvulas de bolas y de paso, según las características de las electrobombas. (Figura 6)



Figura 6. Elementos y accesorios hidráulicos. [8]

Finalmente se realizaron las guías de laboratorio y sistema de control de mantenimiento preventivo para tener el equipo operativo.

## VI. RESULTADOS ESPERADOS

### Electrobombas.

Como se mostró anterior la selección de la electrobomba se seleccionó teniendo en cuenta los parámetros y los cálculos realizados anteriormente, de esta manera se obtuvo estas máquinas hidráulicas para el desarrollo del banco de pruebas. (Figura 7)

**Tabla 1.** Parámetros de Electrobombas seleccionadas

Especificaciones	Parámetros
Voltaje	110 v
Frecuencia	60 Hz
Potencia	½ Hp – 370 Watts
Frecuencia de rotación	3450 rpm
Profundidad máxima	9 metros
Altura máxima	35 metros
Flujo Máximo	35 Lt/Min
Ciclo de trabajo	24 horas continua
Max. Temperatura de líquidos	40°C



**Figura 7.** Electrobomba. Fuente Fabricante

### Ensamble del Banco de Pruebas

Con los elementos adquiridos se procedió a ensamblar los componentes del banco de pruebas de electrobombas, en la siguiente figura se muestra como quedo el sistema final para realizar la practicas propuestas en el proyecto. (Figura 8)



**Figura 8.** Ensamble banco de pruebas de electrobombas.

Ensambladas todas las piezas queda como resultado final el equipo de prueba de bombas en serie y paralelo.

### Prácticas de Funcionamiento

Las prácticas del Laboratorio de Conexión de electrobomba individual, serie y paralelo tienen el propósito de complementar el proceso de aprendizaje de las asignaturas correspondientes, mediante la observación y operación directa de este tipo de convertidores de energía.

- Operar los instrumentos de medición y Configurar el sistema para una electrobomba de forma que pueda tener diferentes formas de medición y parámetros.
- Reconocer y utilizar los conceptos fundamentales necesarios para determinar experimentalmente los parámetros que se emplean para describir y evaluar el comportamiento de las electrobombas.
- Observar de las tendencias de funcionamiento de las electrobombas y analizar y describir de manera objetiva sus características convencionales de operación.

### Guías Prácticas

#### Procedimiento:

El banco experimental está compuesto por dos electrobombas centrífugas del mismo tamaño y modelo, accionadas por motores de corriente alterna, lo cual permite el control o ajuste de su velocidad (Rpm).

El sistema de tuberías y válvulas del banco de prueba permite la conexión de una electrobomba individual para la prueba de referencia y del sistema de las dos electrobombas dispuestas en serie o en paralelo como se muestra en el esquema de la Figura el caudal o gasto de agua se regula mediante una válvula de globo.

Pasos:



## RECOMENDACIONES

Para el montaje del sistema se recomienda el uso de instrumentos de medición de mayor grado de precisión.

Es indispensable que el operador conozca perfectamente el manejo, mantenimiento y funcionamiento de los componentes de este banco de pruebas, de esta manera evitamos averías y daños por operación y alargamos la vida útil del equipo de laboratorio.

Verificar que al equipo le esté llegando la energía necesaria para su funcionamiento y colocar un regulador de voltaje en las conexiones de energía para evitar picos y descensos de energía.

### Condición de operación de Electrobombas

Estas electrobombas han sido diseñadas para bombear líquidos limpios neutrales, que no tengan solidos abrasivos en suspensión a temperaturas no superiores a 80°C.

Estas deben ser instaladas en lugar seco, con ventilación adecuada, con una temperatura ambiente que no exceda los 40°C, colocar la electrobomba en un lugar donde la superficie sea plana y sólida, usando pernos adecuados para evitar la vibración.

La electrobomba debe instalarse en posición horizontal para asegurarse que los cojinetes funciones correctamente. El diámetro de tubo de admisión no debe ser menor al diámetro de la boca de admisión.

Asegúrese que el tubo de admisión sea totalmente hermético y que este sumergido en agua a medio metro con lo menos para evitar formación de votex.

Se recomienda colocar una válvula anti retorno entre la boca de admisión y la válvula de compuerta de ajuste de la velocidad de flujo, para evitar una columna de agua peligrosa que exceda los 20 metros.

Los tubos siempre deben instalarse usando los soportes relacionados para evitar transmisión de tensión al cuerpo de la bomba.

### Mantenimiento De Electrobombas

## VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de actividades en la que se cubre con los objetivos trazados por el proyecto, cumpliendo con los tiempos establecidos por parte de la universidad.

Por lo general las electrobombas su mantenimiento es bajo siempre y cuando se sigan las recomendaciones y precauciones necesarias de funcionamiento.

Cuando exista riesgo de obstrucción vaciamos la bomba usando el tapón de drenado en el fondo del cuerpo de la bomba, asegurando que se cebe esta cuando se arranque nuevamente; revisar la válvula de pie y que esté limpia a intervalos regulares; si la bomba va a permanecer inactiva por un periodo prolongado, es aconsejable vaciarla completamente.

Enjuagarla con agua limpia y almacenarla en un lugar seco, si el eje no gira libremente, libérela usando un desarmador, instándolo en la ranura especial, si esto no es suficiente para solucionar el problema, retire el cuerpo de la electrobomba, aflojando los tornillos del montaje para retirar cualquier incrustación.

Nunca realice trabajo sobre las electrobombas sin desconectarlas de la fuente de alimentación.

Problema	Causa	Solución
No arranca el motor	No hay energía Impulsor atorado	Revise las conexiones y los valores del voltaje.
El motor gira sin bombear agua	Filtro tapado Altura excesiva de la admisión Aire en la admisión	Limpie el filtro Mueva la electrobomba más cerca del nivel de toma de agua Revise que el tubo de admisión sea hermético Es necesario cebar la electrobomba nuevamente Revise la altura de admisión
Velocidad de flujo insuficiente	Altura de admisión en el límite Filtro parcialmente tapado Impulsor bloqueado	Limpie la válvula de pie y todo el tubo de admisión Desensamble la electrobomba y limpie el cuerpo del impulsor con cuidado
Se acciono el corto de sobrecarga del motor	Motor sobrecalentado Impulsor atorado	Revise el voltaje y la ventilación Libere el impulsor

ACTIVIDAD	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Diseñar el sistema hidráulico adecuado para el montaje	■	■	■													
Establecer el sistema de bombeo centrífugo en serie y en paralelo				■	■											
Elaborar una guías de laboratorio para el manejo de banco de pruebas.						■										
Evaluar el funcionamiento del montaje de electrobombas en serie y paralelo.							■	■								

### IX. PRESUPUESTO

El estudiante proyectante es responsable de justificar y establecer una estrategia para la consecución de recursos que permitan llevar a cabo el proyecto, ya sea por recursos propios o por financiamiento de entidades interesadas en el proyecto, lo cual deberá quedar planteado en el anteproyecto con los soportes respectivos, si es el caso.

Recurso	Fuente de Financiación		
	Estudiante	Universidad Antonio Nariño*	Entidad Externa
<b>Electrobombas</b>	\$ 250.000		
<b>Tubería de PVC ½ x 10 mt.</b>	\$30.000		
<b>Recipiente de almacenamiento</b>	\$100.000		
<b>Manómetros ¼ out x2</b>	\$ 50.000		
<b>Estructura en perfiles de acero L</b>	\$ 100.000		
<b>Otros</b>			
<b>Valor</b>	\$ 530.000		
<b>Valor Total</b>	\$ 530.000		

## \* Recursos en especie

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. Villareal, Diseño de un Banco para ensayo de Bombas en serie y paralelos, Santiago de Cali, 2008.
- [2] C. A. MONCADA BROCHERO y J. VACCA DURÁN, IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS CONECTADAS EN SERIE Y EN PARALELO PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS HIDRÁULICAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA, Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander, 2010, p. 109.
- [3] T. Gomez, M. Garcia, J. Alcaide, D. Collado y J. Peris, FUNDAMENTOS DEL DISEÑO EN LA INGENIERIA, Valencia: Limusa- universidad politecnica de Valencia, 2010.
- [4] Bejarano y J. Rico, Bombas centrifugas: Selección, Instalación, Operación y, Mexico: Mc Graw-Hill,, 1997, p. 539.
- [5] A. Rodriguez Fernandez y A. M. Gañan Calvo, «Caracterizacion de micro-bombas para aplicacion biomedicas,» Sevilla, Departamento de ingenieria Aeroespacial y Mecanica de fluidos, 2016.
- [6] Monografias, «Valvulas de Control,» 26 Mayo 2008. [En línea]. Available: [monografias.com/valvulasdecontol](http://monografias.com/valvulasdecontol).
- [7] WIKIPEDIA, «VALVULA DE BOLA,» 7 Mayo 2020. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula\\_de\\_bola](https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_de_bola).
- [8] Asahi-America, «Valvulas de Retencion,» 5 Abril 2020. [En línea]. Available: [spanish.asahi-america.com/valves-and-actuation/manual-valves/check-valves](http://spanish.asahi-america.com/valves-and-actuation/manual-valves/check-valves).
- [9] Grupo Compas, «Válvulas de seguridad desahogo, alivio y seguridad,» Mayo 2013. [En línea]. Available: <http://valvula.es/Tipos-de-valvulas/Valvulas-de-desahogo,-alivio-o-de-seguridad.php>.
- [10] Sites google, «Seleccion de Bombas,» 20 Junio 2002. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/selecciondebombas/home/procedimiento-de-seleccion>.
- [11] Kennet, M. KENNETTH y Mc Naughton, «Bombas, selección, uso y mantenimiento.,» Bogota, McGraw-, 1998, p. 335.
- [12] HIDROMAC, «Curva caracteristica de electrobombas,» Barranquilla, 2019.