




EDICIÓN:  CIVTAC


Recibido: 20 de marzo de 2020

Aceptado: 25 de marzo de 2020


Publicado: 10 de abril de 2020

Dirección autor:

<sup>1,2</sup> SENA  
<sup>3</sup> Centro Tecnológico de  
Investigación y Consultoría en  
Ingeniería

<sup>1,2</sup> Colombia  
<sup>3</sup> Venezuela

E-mail / ORCID:

 [cferrerr@misena.edu.co](mailto:cferrerr@misena.edu.co)  
[Ing\\_jair@hotmail.com](mailto:Ing_jair@hotmail.com)  
[contacto@cetinci.com](mailto:contacto@cetinci.com)



<https://orcid.org/0000-0003-1860-0226>  
<https://orcid.org/0000-0001-7508-0373>  
<https://orcid.org/0000-0003-0172-3828>



Barrios, J., Ferrer, C. & Rosillón, K. (2020). Planta piloto de bombas hidráulicas para la enseñanza y aprendizaje de la mecánica de fluidos. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 9(1), 124-131.  
<https://doi.org/10.37843/rted.v9i1.116>



J. Barrios, C. Ferrer & K. Rosillón. (2020), "Planta piloto de bombas hidráulicas para la enseñanza y aprendizaje de la mecánica de fluidos", *RTED*, vol. 9, n. ° 1, pp. 124-131, abr. 2020.

## Planta Piloto de Bombas Hidráulicas para la Enseñanza y Aprendizaje de la Mecánica de Fluidos

### Hydraulic Pump Pilot Plant for the Teaching and Learning of the Fluid Mechanics

*Carlos Mauro Ferrer Riquett<sup>1</sup>, Jair Eviel Barrios Deluquez<sup>2</sup> y Kenneth Enrique Rosillón Olivares<sup>3</sup>*

#### Resumen

Este trabajo fue desarrollado con el propósito de fabricar un banco de pruebas de bombas hidráulicas portátil para aplicaciones didácticas para así estudiar el flujo de fluidos y sus características en el cual pudo desarrollar experiencias prácticas en el área de ingeniería, conociendo así como se maneja en el ámbito laboral e industrial el comportamiento de este, Por lo tanto este trabajo desarrollado fue sustentado por teorías de Bombas, Teoría, Diseño y aplicaciones, Maxtais (2009), Ciencia de los materiales, Smith (2001), Resistencia de los Materiales, Mott (2009), Introducción a la Ingeniería, White (2011). Por otra parte, la presente investigación se encontró en la modalidad de proyecto de tipo factible por consiguiente se usó la técnica de recolección de datos, como el manejo de técnicas de estadísticas, observación directa, entre otras. Finalmente, se realizaron procedimientos prácticos para la construcción de la planta piloto, como la de parametrización del diseño del mismo, la selección tanto de materiales como equipos, al igual que el diseño de este plasmado en planos acotados con la utilización de AutoCAD 2015®, desarrollando de esta forma las 5 etapas u fases de la fabricación de esta herramienta de estudio las cuales fueron validada por razón de la presión de operación, desempeño, cabezal y robustez de este.

**Palabras clave:** Planta piloto, bombas hidráulicas, didáctico.

#### Abstract

This work was developed with the purpose of manufacturing a portable hydraulic pumps test bench for didactic applications in order to study the flow of fluids and their characteristics, in which he was able to develop practical experiences in the engineering area, knowing how to handle it in the labor and industrial environment the behavior of this, Therefore this developed work was supported by theories of Pumps, Theory, Design and applications, Maxtais (2009), Science of materials, Smith (2001), Strength of Materials, Mott (2009), Introduction to Engineering, White (2011). On the other hand, the present investigation was found in the feasible type of project, therefore the data collection technique was used, such as the management of statistical techniques, direct observation, among others. Finally, practical procedures were carried out for the construction of the pilot plant, such as the parameterization of its design, the selection of both materials and equipment, as well as the design of this reflected in dimensioned plans with the use of AutoCAD 2015®, developing in this way the 5 stages or phases of the manufacture of this study tool which were validated by reason of the operating pressure, performance, head and robustness of it.

**Keywords:** Pilot plant, hydraulic pumps, didactic.

## Introducción

Últimamente en esta década, el crecimiento acelerado de la población ha ido de la mano con el desarrollo tecnológico globalizado, ya que en busca de mejoras en la calidad de vida, donde se ha establecido la sistematización de diferentes procesos asociados a las etapas de producción, transformando maquinarias, herramientas u equipos, para mejorar la eficiencia de producción en concordancia con los avances científicos y de manera segura, proporcionando al hombre máquinas o herramientas que además le faciliten el trabajo.

Uno de los métodos que permite el descubrimiento así como el desarrollo de la misma en el área de ingeniería es la fabricación y experimentación con plantas piloto ya que por medio del mismo, el estudiante, técnico, ingeniero u especialista obtiene un conocimiento sobre los procesos industriales las cuales existen en el día a día tomando en cuenta los equipos presentes para la medición o control de dichos procesos los cuales facilitan el trabajo de cada persona que labora en una empresa determinada.

No obstante, la generación de estas tecnologías parte de procesos iniciales de ingeniería conceptual y básica, los cuales son escenificados en pequeños procesos industriales para llegar a cabo un estudio investigativo con respecto a un fenómeno presente en las industrias brindando una forma de comprobación transparente, así como repetible de teorías científicas, y tecnologías. Por esta razón, las plantas piloto representan una herramienta imprescindible para cualquier organización industrial o educativa que pretenda la formación de profesionales integrales, con miras al desarrollo de nuevas tecnologías.

Las plantas piloto, en su mayoría se han implementado en institutos educativos a nivel mundial llevando a cabo el desarrollo de sistemas pedagógicos enriqueciendo las múltiples ramas de la ingeniería que son desempeñadas, así como aplicadas en forma satisfactoria en la fabricación de bancos de pruebas describiendo diferentes procesos o actividades, equipos automatizados de control, técnicas de mediciones avanzadas y software los cuales permiten aumentar niveles de confiabilidad, mantenibilidad o disponibilidad de dicho proceso el cual, cada uno de estos se manifiestan en las

industrias llevando de esta manera a un nivel de aprendizaje más avanzado permitiendo el crecimiento, así como auto desarrollo profesional para el docente y el estudiante.

De igual forma en Latinoamérica este sistema pedagógico ha ocasionado un adelanto tecnológico de gran importancia en la etapa de enseñanza-aprendizaje para prácticas de laboratorio utilizando máquinas y equipos presentes en diferentes divisiones del sector industrial, manejando como base el flujo de fluidos como materia principal. Por consiguiente, estos bancos de prueba han representado un adelanto tecnológico de gran importancia en la etapa de enseñanza-aprendizaje de la comunidad universitaria en estos institutos.

Por consiguiente, se plantea que en Venezuela existen distintas plantas piloto en Institutos Universitarios, Politécnicos y Escuelas Técnicas, que permiten al estudiante descubrir el área o rama de la ingeniería es de su preferencia dependiendo del trabajo a realizar los cuales se manifiesta al momento de la fabricación de este, el análisis del proceso, los distintos dispositivos u elementos requeridos para su elaboración.

A su vez, en Maracaibo diversas Universidades como la Universidad del Zulia (LUZ), la Universidad Rafael Urdaneta (URU), la Universidad Dr. Rafael Bellosillo Chacín (URBE) y el Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”, poseen diversos bancos de pruebas que representan una variedad de procesos con equipos modernos que son utilizados por los estudiantes para obtener una mayor comprensión o conocimiento a nivel de control de procesos así como la automatización industrial, conocimiento que será útil al momento de ejecutar sus habilidades en el área industrial.

No obstante, estas instituciones a pesar de contar con bancos de prueba para control de temperatura, control de motores en corriente alterna y para el control de fluidos, a través de un estudio realizado por Rosillón (2015), estas carecen de un banco de pruebas automatizado para las pruebas de bombas hidráulicas, para cálculo de flujo de fluidos en sus laboratorio de Mecánica de Fluidos, situación causada por el desinterés por parte de la comunidad estudiantil en realizar proyectos que conlleven a la generación de tan importante recurso, sumado a esto la grave situación política, económica o social la

cual vive Venezuela en la actualidad. La carencia estos bancos en institutos tecnológicos representa una problemática que se refleja en la capacidad de actuación del futuro profesional en su campo laboral, colocándolo en desventaja con respecto a profesionales los cuales han involucrado este tipo de pruebas en su proceso de aprendizaje.

### **Objetivo**

Proponer una planta piloto de bombas hidráulicas para la enseñanza y aprendizaje de la mecánica de fluidos

### **Metodología**

Según Bautista M. (2009) explica que un proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para la solución de problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.

No obstante, el manual de trabajo de grado de especialización, maestría y tesis doctorales de la Universidad Experimental Libertador (2005), indica que la modalidad de proyecto factible “consiste en la investigación, elaboración o desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viables para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de la organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o proceso”. Del mismo modo, Arias (2006) señala “se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad”.

En este orden de ideas, esta investigación se clasifica como proyecto factible, ya que se propone el diseño de una planta piloto la cual promueva el estudio de dimensionamiento de bombas a través de prácticas de laboratorios en un módulo portátil y escalable que pueda ser implementado por cualquier institución en Venezuela y Latinoamérica respectivamente.

Según Hernández, Fernández & Batista, (2006) un diseño no experimental se define como la investigación la cual se realiza sin manipular deliberadamente la variable, lo que se hace en la

investigación no experimental es observar el fenómeno tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlo. También es de tipo transaccional o transversal, este consiste cuando se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Estas definiciones aplican a lo que se pretende realizar en esta investigación porque se observará y analizará el diseño de la planta piloto para bombas hidráulica para obtener información sin manipular la variable, con la finalidad de diseñar, por tanto, esta investigación orienta hacia resultados concretos en la ingeniería de diseño, así como consultoría respectivamente.

La unidad de análisis como una pequeña porción del universo enmarcado en la población corresponde a la cantidad representativa de lo que va a ser objeto de estudio en una medición. No obstante, según Arias (2006) la unidad de análisis “es el fragmento del documento o comunicación la cual se toma como elemento que sirve de base para la investigación”.

Así mismo, Hernández, Fernández & Baptista (2006) menciona a la unidad de análisis como aquella unidad de observación que, seleccionada de antemano, y reconocida por el observador en el campo y durante el tiempo de observación, se constituyen en objeto de la codificación y/o de la categorización en los registros construidos a tal efecto. Finalmente, Hurtado (2006) señalan que es un elemento menor no divisible el cual compone el universo de estudio de una investigación.

Es decir, la unidad de análisis está referida al objeto principal de estudia la cual es el objeto de interés presente en la investigación. De igual forma, la unidad de análisis presente en esta investigación es la planta piloto de bombas hidráulicas. Además, que el mismo será fabricado e implementado para aplicaciones didácticas obteniendo de esta forma la formación para la excelencia educativa.

Ahora bien, la técnica y el instrumento son fundamentales para obtener los resultados del proyecto. En cuanto a la técnica de recolección de información, se utilizará la revisión documental, en consecuencia, parafraseando a Arias (2006) es una técnica de revisión y de registro de documentos que fundamenta el propósito de la investigación dicha técnica permite estar actualizado en el tema que se

explora.

Es un requisito fundamental la indagación de archivos de bibliotecas, hemerotecas, revistas técnicas, manuales, archivos digitales clasificados, entre otros. Esto conlleva a una profunda indagación e investigación en la búsqueda de todo material informativo que sirva de aporte para el éxito del diseño de la planta piloto de bombas hidráulicas para prácticas en la mecánica de fluidos.

No obstante, parafraseando a Arias (2006) Las técnicas de aplicación directa son aquellas donde se tiene un contacto directo con los elementos o caracteres en los cuales se presenta el fenómeno el cual se pretende investigar, así como los resultados obtenidos se consideran datos estadísticos originales es decir que de forma fácil a simple vista podemos obtener la información la cual se vaya a estudiar y en este caso es el flujo que es el elemento para investigar.

Seguidamente, Hurtado (2006) indica que los formatos de revisión documental es la técnica de revisión y registro de documentos que fundamenta el propósito de la investigación. Es decir, que esta técnica investigativa permitirá la actualización en cualquier tema que se vaya a indagar, investigar y estudiar, por tanto, la exploración investigativa abre las puertas a todo tipo medios informativos como archivos, bibliotecas, hemerotecas, revistas técnicas, manuales, entre otros.

De igual manera, el instrumento utilizado para almacenar los datos que fundamentan esta investigación la cual está conformado por la hoja de datos el cual Arias (2006) señala que estas hojas son documentos las cuales contienen datos de tipo informativo, resaltando generalmente las especificaciones de cada dato recolectado". Esto conlleva, a la utilización de estas hojas para plasmar los resultados obtenidos en el proceso de diseño y priori funcionamiento de la planta piloto para bombas hidráulicas resaltando la factibilidad de este.

## Resultados

Para la fabricación de la planta piloto para bombas hidráulicas, es crucial la parametrización del diseño de este, ya que, en base a esto, se permite conocer especificaciones para este proyecto,

tales como: tamaño, la cual se realizaron mediciones directas y cálculos para la determinación del tamaño en unidades de volumen de la planta, locación o área en la cual estará ubicado. Finalmente, la ingeniería básica, considerando que esta es el desarrollo fundamental para la elaboración del diseño detallado de la misma.

### Parámetros del diseño

En los parámetros de diseño, se presentan las dimensiones de la planta piloto para bombas hidráulicas portátil, considerando los cálculos para determinar el tamaño del mismo en unidad de volumen, la ubicación exacta donde estará situado la planta piloto en función de espacios ya pre destinados e investigados por plantas de prueba similares y comerciales, de tal manera que con la ingeniería básica la cual, es el desarrollo fundamental para la elaboración del diseño detallado de la planta piloto, se podrá conocer con exactitud, los tipos así como los tamaños de bombas permitidos en este sistema.

### Tamaño.

Tabla 1

*Dimensiones del banco de pruebas*

Lamina Superior	
Largo	0.685m
Ancho	0.580m
Lamina Inferior	
Largo	0.335m
Ancho	0.500m
Altura	
0.670m	

Nota. Fuente: Propia (2020)

Tomando en cuenta las dimensiones reflejadas en la tabla 2, se puede continuar con el siguiente paso, el cual consiste en la determinación del tamaño en unidad de volumen (V) que presenta la planta piloto. No obstante, este cálculo se llevará al cabo utilizando como base el largo, ancho y la altura para así obtener como resultado el volumen y el tamaño del banco de pruebas para bombas hidráulicas:

$$V = w \times L \times h$$

**Dónde:**

V: volumen

w: Ancho (lamina inferior)

L: Largo (lamina superior)

h: Altura del banco de pruebas

Sustituyendo los valores en la ecuación, queda:

$$V = 0.50m \times 0.685m \times 0.67m$$
$$V = 0.23m^3$$

El cálculo anteriormente realizado precisa que la planta piloto para bombas hidráulicas portátil es de tamaño pequeño en comparación con los bancos de pruebas la cual se encuentran en la actualidad a nivel industrial. Por otra parte, el mismo permite una fácil percepción del sistema al igual para un manejo práctico para el usuario obteniendo de esta forma un impacto positivo para el proceso enseñanza-aprendizaje al momento de su uso.

**Ingeniería conceptual.** La planta piloto de bombas hidráulicas portátil en aplicaciones didácticas de flujo de fluidos presenta una selección de equipos y materiales específica, la cual fue elaborada en forma minuciosa, erradicando de esta forma, inconvenientes al momento de la puesta en marcha de este, considerando normas nacionales e internacionales que certifican y concretan la construcción apropiada del mismo. No obstante, la tubería de ½" PVC para agua fría de ½" de diámetro está bajo la norma Venezolana COVENIN 518-1 donde se reflejan las especificaciones las cuales debe poseer este tipo de tubería al momento de su fabricación mediante procesos científicos permitiendo evidenciar este tipo de tubería es segura mediante la utilización de agua como flujo de trabajo.

Por otro lado, la norma COVENIN 1653-92 indica los niveles de requerimientos mínimos los cuales debe una válvula de compuerta de acero de ½" a 24" en su fabricación, originando de esta forma, una conformidad inmediata de la válvula de compuerta de hierro fundido de ½". Seguidamente, las tuberías están pintadas de tonalidad verde, así como roja, donde esto es indicado por la norma DIN-2403 que el color verde el cual indica que mediante el sistema de tubería está siendo

transportada agua y el color rojo muestra que es el ducto de succión de la bomba.

Por otra parte, la norma COVENIN 0643-91 las características adecuadas para el uso adecuado de las bombas centrífugas para ensayos permitiendo la utilización bomba centrífuga marca MAUTE de ½" Hp, teniendo este una capacidad máxima para desplazar 25L/min, detallando de esta forma los cuales los dos recipientes de almacenamiento presentes tienen una capacidad de 25 litros cada uno, considerando que uno de ellos es por donde el equipo de bombeo succionara la sustancia acuosa, mientras el otro será el del llenado de dicho flujo

Hay que destacar, para la construcción de la planta piloto para bomba hidráulicas portátil, principalmente se propone en función del material antes estudiado, un esmeril OLYMPIC para el corte de láminas metálicas. Seguidamente, electros E6010 de 1/8, en conjunto a una máquina de soldar eléctrica Lincoln de 220V para la unión de los materiales metálicos, para formar las dos partes superiores de la planta piloto. Por consiguiente, se propone se emplee un taladro para la apertura de orificios los cuales permitieron la colocación y ajuste de la bomba en la parte superior principal del banco siendo este fijado por tornillos en dicha base para evitar vibraciones excesivas al momento de su funcionamiento.

Por otro lado, se propone se emplee una segueta para un corte vertical de las tuberías PVC para así utilizar la requerida según las dimensiones de la planta piloto. Además, se estima una cinta métrica para conocer numéricamente la cantidad de ductos poliméricos requeridos según el espacio presente del mismo y finalmente para el proceso de unión se recomienda la pega PAVCO para unir las tuberías. Es de señalar, que se utilizaron otras herramientas como escuadras, destornilladores y llaves ajustables que brindaran plena seguridad al momento de la construcción de la planta piloto. A continuación, las siguientes tablas se muestran la lista de los materiales, equipos, así como herramientas los cuales se estiman sean empleados.

**Tabla 2**

*Lista de herramientas de uso*

HERRAMIENTAS DE USO	CANTIDAD
Esmeril	1
máquina de soldar Lincoln	1
Destornilladores	2
Alicates	2
Llaves de ajuste	2
Llave de tubo	1
Segueta	1
Taladro	1
Cinta métrica	1
Escuadra	1

Nota. Fuente: Propia (2020)

**Tabla 3**

*Lista de materiales y equipos*

MATERIALES	CANTIDAD	Costos (USD \$)	
<b>METÁLICOS</b>	Mesa metálica	1	60
	Conexiones metálicas	3	10
	Tornillos de 5/16 de 1" con tuerca y arandela	4	5
	Rueda de 5"	4	10
<b>NO METÁLICOS</b>	Cable de la bomba	1	5
	Pega PAVCO	1	5
	Teflón	1	2
	Switch	1	5
	Pinturas	3	10
<b>POLIMEROS</b>	Codos	6	5
EQUIPOS	CANTIDAD	Costos (USD \$)	
<b>BOMBA</b>	Centrifuga 1/2 hp	1	120
<b>TUBERÍAS</b>	PVC 1/2"	3 metros	30
<b>MANÓMETRO</b>	Bourdon tipo c	1	100
<b>RECIPIENTE</b>	25 lts	1	40
<b>VÁLVULA</b>	Compuerta	1	20
<b>ACCESORIOS</b>	Conexiones PVC	7	10
<b>TOTAL, COSTOS</b>		<b>USD</b>	<b>\$437</b>

Nota. Fuente: Propia (2020)

**Diseño.** El diseño es la representación física, así como gráfica de la planta piloto para bombas hidráulicas portátil en aplicaciones didácticas para flujo de fluidos, con el mismo se puede observar las dimensiones de estén considerando, los elementos que lo componen. No obstante, inicialmente se requiere la ejecución de la ingeniería conceptual ya preestablecida para

obtener una perspectiva específica y detallada del alcance a obtener el resultado final de la planta piloto a fabricar.

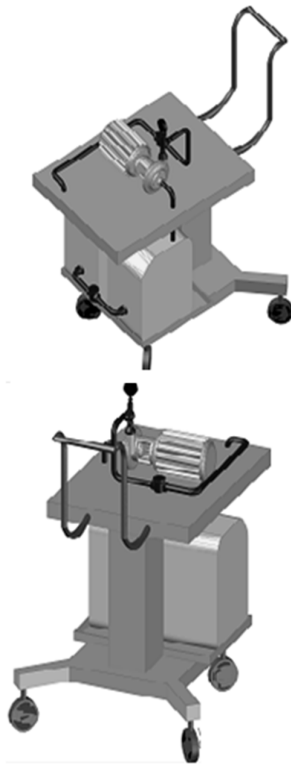
No obstante, la planta piloto consta, con funcionamiento iniciado por una bomba de ½ Hp de potencia mecánica la cual, permite el desplazamiento del agua mediante un sistema de tubería PVC de ½" de diámetro teniendo en cuenta, que este flujo (agua) se obtiene directamente de un recipiente de 25 litros, previamente lleno de dicho líquido la cual, esta sustancia es trasladada a otro recipiente con la misma capacidad.

Por otro parte, para conocer la lectura directa de la presión que maneja la planta piloto con el uso del dispositivo de bombeo mecánico, se utiliza un manómetro, localizado en la descargar de este equipo. Al mismo tiempo, la planta piloto constara con una válvula de compuerta de ½" metálico, permitiendo la regulación de la descarga del fluido de esta forma se controla la velocidad de llenado de uno de los tanques o recipientes de almacenamiento, en conjunto con una válvula de bola manual polimérica de ½" de diámetro interno de rosca interna por ambos extremos ubicada entre los dos tanques, obteniendo un control de flujo a manejar en el proceso.

Es de destacar que, la planta piloto presenta cuatro ruedas, produciendo un desplazamiento a cualquier área la cual se es requerido su utilización, considerando, dos de ellas son ruedas libres y las otras dos presentes un sistema de freno que es accionado tan solo al ejercer presión con la parte baja del pie. Además, tiene una capa de fondo gris anticorrosivo, así como las tuberías del sistema están presentes de color verde y rojo.

**Parasolido.** A continuación, en la figura 1, se presentaron los planos detallados del banco de pruebas para bombas hidráulicas portátil para flujo de fluidos, donde se reflejará el sistema de tubería presente en el mismo, los equipos lo cuales le componen, al igual que la localización y las dimensiones específicas que estos poseen, considerando un diseño principal el cual se llevara a cabo al momento de su construcción:

**Figura 1**  
*Planta Piloto Propuesta*



Nota. Fuente: Propia (2020)

**Perdidas Hidráulicas.** Los cálculos hidráulicos para determinar en el sistema de tuberías la cual, está presente en la planta piloto para bombas hidráulicas portátil permiten estipular la cantidad de pérdidas de carga en valores numéricos en unidad de volumen en el mismo, utilizando como herramienta fundamental la ecuación de Veronesse-Datei teniendo en cuenta que, los datos a emplear son considerados autónomas para así llevar a cabo, la ejecución de este procedimiento matemático a continuación:

$$h = 9,2x10^{-4} x (Q^{1,8} / D^{4,8}) x L$$

**Donde:**

- h= pérdida de carga (m<sup>3</sup>/s)
- Q= caudal (m<sup>3</sup>/s)
- D= Diámetro interno de la tubería (m)
- L=longitud de la tubería

Considerando un caudal a manejar de 25 lts/min la cual es constante, se realizó en forma previa una conversión a m<sup>3</sup> para así tener el valor adecuado a trabajar en este procedimiento matemático de igual forma, el diámetro interno de la tubería es de 21,3mm (1/2") donde se ejecutara una conversión a metros tal como lo expone Mataix (2009), obteniendo una forma práctica para la elaboración de este cálculo hidráulico para el sistema de tuberías presente en el banco de pruebas para bombas hidráulicas portátil:

$$Q = \frac{25 \text{ lts}}{\text{min}} x \frac{0,001 \text{ m}^3}{1 \text{ litro}} x \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$Q = 4,16x10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$D = 21,3 \text{ mm} x \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$$

$$D = 0,0213 \text{ m}$$

### 1. Perdidas de cargas en la succión.

Tramo # 1

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg})^{1,8} / 0,0213 \text{ m}^{4,8} \right] x 0,37 \text{ m}$$

$$h = 0,11 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Tramo # 2

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg})^{1,8} / 0,0213 \text{ m}^{4,8} \right] x 0,15 \text{ m}$$

$$h = 0,04 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Tramo # 3

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg})^{1,8} / 0,0213 \text{ m}^{4,8} \right] x 0,12 \text{ m}$$

$$h = 0,03 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Tramo # 4

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg})^{1,8} / 0,0213 \text{ m}^{4,8} \right] x 0,115 \text{ m}$$

$$h = 0,03 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$ht1 = (0,11 + 0,04 + 0,03 + 0,03) \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$ht1 = 0,21 \text{ m}^3/\text{seg}$$

### 2. Perdidas de carga en la descarga

Tramo # 1

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg})^{1,8} / 0,0213 \text{ m}^{4,8} \right] x 0,14 \text{ m}$$

$$h = 0,04 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Tramo # 2

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} m^3 / seg)^{1,8} / 0,0213m^{4,8} \right] x 0,19m$$

$$h = 0,06 m^3 / seg$$

Tramo # 3

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} m^3 / seg)^{1,8} / 0,0213m^{4,8} \right] x 0,32m$$

$$h = 0,10 m^3 / seg$$

Tramo # 4

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} m^3 / seg)^{1,8} / 0,0213m^{4,8} \right] x 0,28m$$

$$h = 0,08 m^3 / seg$$

Tramo # 5

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} m^3 / seg)^{1,8} / 0,0213m^{4,8} \right] x 0,115m$$

$$h = 0,03 m^3 / seg$$

Tramo # 6

$$h = 9,2x10^{-4} x \left[ (9,2x10^{-4} m^3 / seg)^{1,8} / 0,0213m^{4,8} \right] x 0,23m$$

$$h = 0,07 m^3 / seg$$

$$ht2 = (0,04 + 0,06 + 0,10 + 0,08 + 0,03 + 0,07)m^3 / seg$$

$$ht2 = 0,38 m^3 / seg$$

$$\sum ht = ht1 + ht2$$

$$\sum ht = (0,21 + 0,38)m^3 / seg$$

$$\sum ht = 0,59m^3 / seg$$

## Conclusiones

Primeramente, se realizó la medición de la mesa metálica utilizando una cinta métrica en unidades del sistema internacional (S.I.) para determinar las dimensiones del mismo, teniendo una proyección con respecto al tamaño de la planta piloto en función del espacio en un laboratorio estándar de mecánica de fluidos destacando que esta debe ser portátil para poder ser adaptable a cualquier espacio confinado.

Posteriormente, se determinaron los materiales, así como equipos a utilizar para el diseño y consideraciones de fabricación de la planta piloto, considerando principalmente el fluido a utilizar es agua, es decir, se seleccionaron materiales de policloruro de vinilo (PVC) o poliméricas, como las tuberías, conexiones y el reservorio de agua. No obstante, existió la elección de algunas conexiones

metálicas que generaron un vínculo directo de los equipos con respecto al sistema de proceso presente en la planta piloto. Cabe destacare que estos equipos son comerciales en el mercado, así como de bajo costo.

Seguidamente, se presentaron los cálculos hidráulicos o de pérdidas de carga por cada tramo presente en el sistema de tuberías al igual, la elaboración del parasolido permitiendo una visión concreta de la apariencia física del banco de pruebas, destacando que hay espacios en el planchón principal de la mesa por tanto esto fue para hacer conexiones de bombas en serie y paralelo en función de los requerimientos de la empresa o institución.

## Bibliografías

- Arias, F. (2006) *Mitos y errores en la elaboración de tesis y proyectos de investigación*. Episteme. [https://www.academia.edu/10608825/Mitos\\_y\\_errores\\_en\\_la\\_eleboraci%C3%B3\\_de\\_tesis\\_y\\_proyectos\\_de\\_investigaci%C3%B3n\\_3ra\\_Edici%C3%B3n\\_2006](https://www.academia.edu/10608825/Mitos_y_errores_en_la_eleboraci%C3%B3_de_tesis_y_proyectos_de_investigaci%C3%B3n_3ra_Edici%C3%B3n_2006)
- Bautista, M. (2009). *Metodología de la Investigación cuantitativa*. Editorial Limusa, 2da edición.
- Hernández, R., Fernández, C. & Batista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mw Graw Hill, 5ta Edición.
- Hurtado, J. (2006) *Metodología de la Investigación Holística*. Fundación Sypal.
- Mataix, C. (2009). *Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas*. 2da Edición en español. Editorial. Universidad Pontificia Comillas.
- Mott, R. (2009). *Resistencia de Materiales*. 5ta edición Editorial Pearson.
- Universidad Experimental Libertador (2005). *Manual para la Elaboración de trabajos de grado*. Editorial UPEL.
- Smith, W. (2001). *Ciencia e ingeniería de materiales*. Editorial Mw Graw Hill, 3era Edición.
- White, F. (2011). *Mecánica de Fluidos*. Editorial Mw Graw Hill, 5ta Edición en español.