

# LABORATORY NO. 1

Manuel Deaza, *Student Member, ECCI*

**Abstract**—The next article will present and analyze collected data of first laboratory about pascal laws, in a demonstration with an u-tube and two fluids of different densities, in this case water and oil.

**Index Terms**—Press, Press gauge, Pascal Law, density, Area

## I. INTRODUCTION

Imagina una jeringa con agua, esta misma se encuentra con un tubo plástico de calibre pequeño en la punta de su orificio, al otro lado de este tubo se encuentra una segunda jeringa del mismo modo que la primera, pero esta se encuentra totalmente retraída y sin ningún tipo de fluido dentro. Cuando se le es aplicada una fuerza a la jeringa con agua se ve esta fuerza representada como el desplazamiento del muelle en la otra jeringa sin fluido, la cual empezara a desplazar su muelle saliendo de su camisa, con una fuerza directamente proporcional a la de la jeringa con agua Fig. 1, esto se relaciona directamente con la ley de Pascal, la cual sera base para el análisis y trabajo que se presentara a continuación.



Fig. 1. Representación Ley Pascal con dos jeringas y un tubo, tomado de [1]

En un primer momento se aterrizará en conceptos sobre la ley de Pascal en relación con el modelo a tratar del famoso "tubo en u" con dos fluidos diferentes en su interior, después de esto se realizará el montaje además de la recolección de las variables fundamentales en este sistema, respectivamente  $h$  y  $L$ .

Por ultimo se realizará una aproximación de datos con la herramienta Python [2] a la ecuación lineal que se presentará, esto se realizo para estimar y comparar los comportamientos con el trabajo que se realizo en la practica.

## II. STATE ART

### A. Pascal's law

*"Debido a las características de los fluidos, es decir, los líquidos, es imposible aplicar presión en algún punto sobre ellos. Para esto, es necesario que la fuerza se ejerza sobre*

*una superficie. Esta fuerza, se expresa como la fuerza por unidad de área, la presión" [3] se puede ver representada como  $P = \frac{F}{A}$ .*

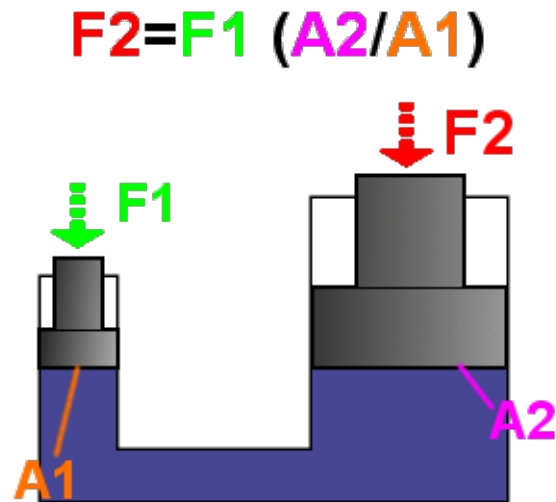


Fig. 2. Representación Ley Pascal como principio de la prensa hidráulica, tomado de [4]

También se puede llegar a relacionar como el principio de las prensas hidráulicas, un ejemplo se puede ver en Fig.2 donde la fuerza  $F_1$  aplicada en una área determinada  $A_1$  es igual a la fuerza evidenciada en  $F_2$  en el área  $A_2$ .

## III. OBJETIVES

### A. General

- Encontrar la densidad del aceite de oliva con ayuda del principio de pascal.

### B. Specifics

- Determinar una expresión que relacione las variables requeridas.
- Identificar la relación presente entre cada variable del sistema.

## IV. THEORICAL FRAMEWORK

Inicialmente se tiene un tubo en forma de U con agua en su interior en reposo, como se ve en la Fig. 3, posteriormente se le añade una cantidad  $L$  de aceite, tomando como referencia la línea punteada que cruza los dos modelos, se logra notar un desplazamiento  $h$  de agua.

Se puede determinar en base a lo anterior que el volumen desplazado en el brazo izquierdo una vez es introducido el

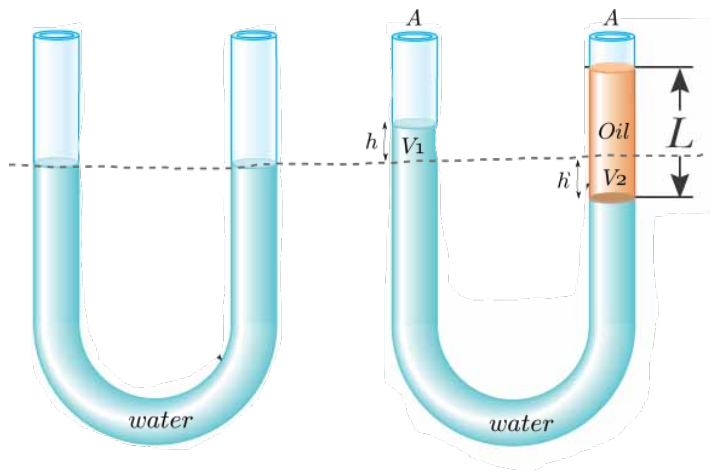


Fig. 3. Representación grafica tubo en U, a su izquierda el tubo en su estado inicial (solo agua), a su izquierda después de haber introducido el aceite.

aceite relacionado con  $V_2 = hA$ , es igual a  $V_1 = h'A$  que relaciona el volumen de aceite nuevo debajo de la línea punteada.

Entonces se puede determinar que:

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 \\ hA &= h'A \end{aligned}$$

Obteniendo una relación entre  $h$  y  $h'$  denotada por:

$$h = h' \quad (1)$$

Ahora con la relación dada gracias a la ley de pascal que relaciona la presión como la fuerza por una área determinada, asumiendo que la presión ejercida sobre la columna de Oil en el brazo derecho es igual a la del brazo izquierdo, entonces:

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ \frac{F_1}{A} &= \frac{F_2}{A} \end{aligned}$$

Despejando la superficie  $A$  donde se ejerce  $F_1$  se logra ignorar dicho valor y se obtiene con leyes de newton:

$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 \\ m_1 g &= m_2 g \end{aligned}$$

que relacionado con  $m = \rho_{(fluid)} V_{(fluid)}$  donde con valores presentes  $V_{(fluid)} = Ah$  y cancelando la gravedad  $g$  buscando una relación proporcional entre  $h$  y  $L$  se obtiene:

$$\rho_{(H_2O)} Ah = \rho_{(Oil)} [L - h] A$$

Recordando 1 se determina que  $longitud_{Oil} = [L - h]$ , entonces:

$$\begin{aligned} \rho_{(H_2O)} Ah &= \rho_{(Oil)} AL - \rho_{(Oil)} Ah \\ hA(\rho_{(H_2O)} + \rho_{(Oil)}) &= \rho_{(Oil)} AL \end{aligned}$$

para lograr la expresión:

$$h = \frac{\rho_{(Oil)}}{\rho_{(H_2O)} + \rho_{(Oil)}} L \quad (2)$$

donde en 2  $h$  es directamente proporcional a  $L$  con una pendiente igual a:

$$m = \frac{\rho_{(Oil)}}{\rho_{(H_2O)} + \rho_{(Oil)}} \quad (3)$$

## V. LABORATORY DESCRIPTION

Inicialmente se tiene un tubo de calibre pequeño con agua en su interior, se quiere insertar paulatinamente aceite por un lado para poder determinar con la variación de  $h$  y  $L$  la densidad del aceite, en este caso se usará aceite de oliva, el experimento se encuentra montado en el tablero de clase en posición vertical como se ve en Fig. 4.

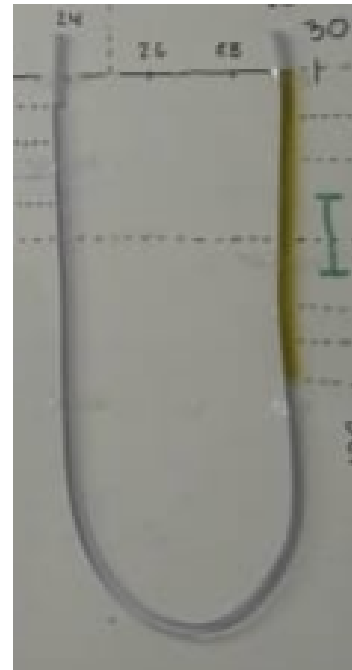


Fig. 4. Representación clase tubo-u una vez insertado el aceite, inicialmente se encontraba como en el estado inicial de Fig. 3 pero no se logró obtener un recurso con esa información visual.

El proceso consiste en inicialmente establecer una posición inicial al tubo junto al agua con una línea punteada de referencia como se observó en Fig.3, seguido se generaron varias inserciones de aceite de oliva donde en cada una se deberá marcar y medir la distancia que se desplaza el agua determinada por  $h$  además de la longitud en la columna de aceite determinada por  $L$ .

Posterior se deberá relacionar dichos valores con 2 y 3 respectivamente para poder determinar la densidad del aceite de oliva.

El paso a paso se puede evidenciar de una mejor manera en Fig. 6 teniendo en cuenta que para la práctica se realizaron 5 mediciones.

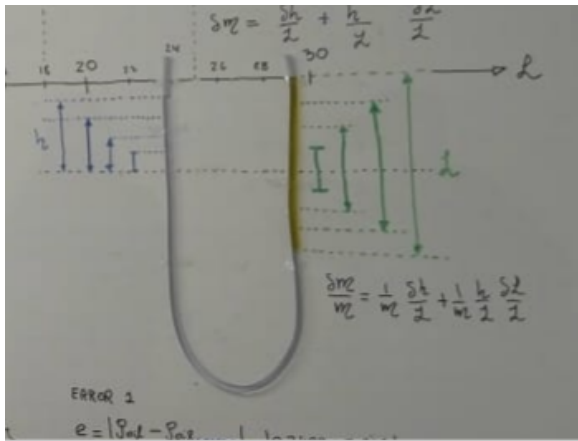


Fig. 5. Representación clase tubo-u una vez insertado el aceite, con las marcas del proceso en busca de la densidad del aceite de oliva.  $h$  y  $l$  de Fig. 3

TABLE I  
MEDICIONES DE  $h$  Y  $L$

| $L_{(cm)}$ | $h_{(cm)}$ |
|------------|------------|
| 0          | 0          |
| 2.7        | 6          |
| 4.8        | 12         |
| 8          | 18         |
| 10.6       | 25         |

## VI. RESULTS

Se recolecto los datos en 5 mediciones de  $h$  y  $L$  presentados en I y graficados en Fig. 7, para retomar el análisis del inciso IV gracias a 3 se puede relacionar esta pendiente como:

$$\frac{h}{L} = m \quad (4)$$

donde reconstruyendo la tabla I se obtiene:

TABLE II  
MEDICIONES DE  $h$  Y  $L$

| $h_{(cm)}$ | $L_{(cm)}$    | $m$   |
|------------|---------------|-------|
| 0          | 0             | 0     |
| 2.7        | 6             | 0.45  |
| 4.8        | 12            | 0.40  |
| 8          | 18            | 0.44  |
| 10.6       | 25            | 0.42  |
|            | $m_{\bar{x}}$ | 0.428 |

Evidenciando II se añade un nueva columna la cual posee los valores de pendiente para cada intervalo, ahora determinando el valor promedio de la pendiente  $m_{\bar{x}}$ , este se puede relacionar con 4 para obtener la densidad del aceite, entonces:

$$\frac{m_{\bar{x}} \rho_{H_2O}}{1 - m_{\bar{x}}} = \rho_{Oil} \quad (5)$$

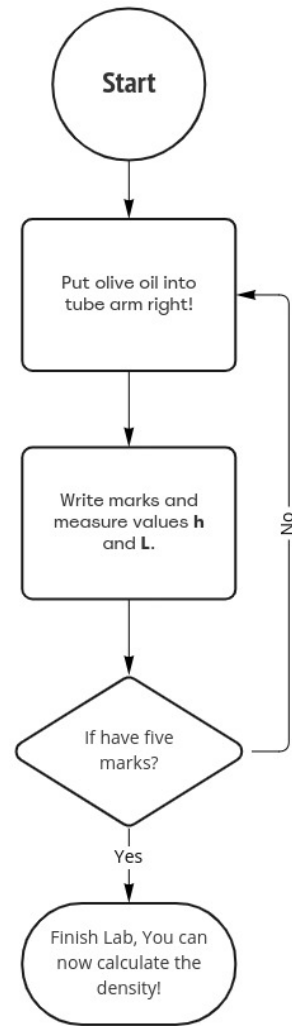


Fig. 6. Step By Step laboratory, represent in a flowchart.

donde remplazando en 5 con los valores  $m_{\bar{x}} = 0.428$  y  $\rho_{H_2O} = 1 \frac{gr}{cm^3}$ , se obtiene que la densidad del aceite de oliva es:

$$\begin{aligned} \rho_{Oil} &= \frac{(0.428)}{(1 - 0.428)} \frac{gr}{cm^3} \\ &= 0.7482 \frac{gr}{cm^3} \end{aligned}$$

La densidad del aceite de oliva esta definida por  $\rho_{Oil} = 0.916 \frac{gr}{cm^3}$  [5] se procede a calcular el porcentaje de error en estos dos datos para determinar la exactitud y precisión de las medidas trabajadas, entonces:

$$\begin{aligned}
\%error &= \frac{|\rho_{Oil} - \rho_{Oil-google}|}{\rho_{Oil-google}} \\
&= \frac{|0.748 - 0.916|}{0.916} \\
&= (0.183)100 = 18.3\%
\end{aligned}$$

Obteniendo un % de error de 18.3%.

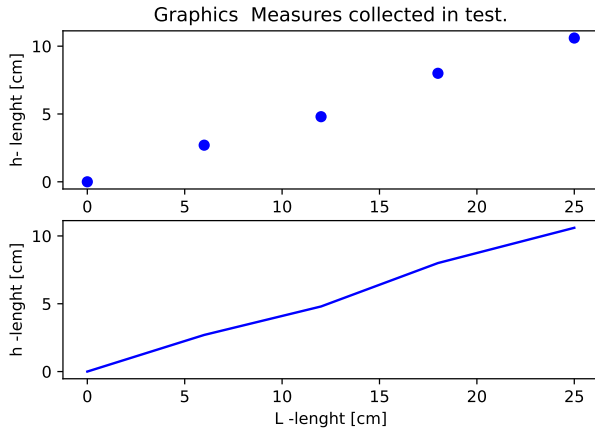


Fig. 7. Representacion grafica de Tabla I [2]

Ahora definiendo  $L$  como variable independiente y  $h$  como variable dependiente se logra relacionar gráficamente dichas variables tomando  $m = 0.428$ , entonces:

$$h(L) = 0.428L \quad (6)$$

Determinando de esta manera una ecuación lineal que relaciona  $h$  y  $L$ , ahora con ayuda de Python y las librerías Matplotlib, numpy, se realizó el modelamiento de 6 desde una valor inicial  $0\text{cm}$  hasta  $10\text{cm}$  en  $L$  a un paso de  $0.5\text{cm}$ , como vemos en Fig. 8.

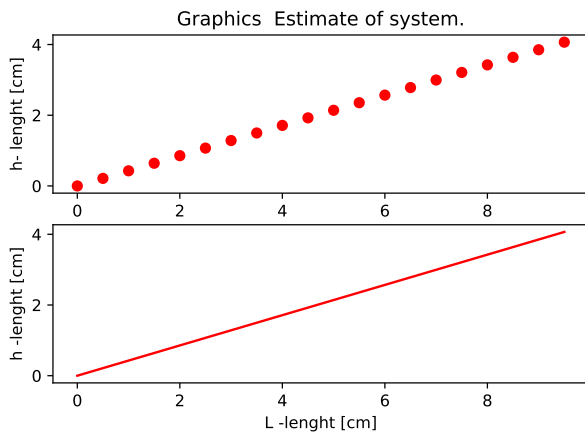


Fig. 8. Estimación de  $L$  y  $h$  gracias a Python con matplotlib y numpy [2]

## VII. CONCLUSIONS

Gracias a la ley de Pascal se logro modelar la problemática llegando a un valor de densidad para el aceite de oliva cercano al definido en [5], esta diferencia es determinada por posible error en medida, ubicación del tubo en el tablero o que el aceite que se uso sea de una menor densidad a la definida en [5].

A su vez se determina un comportamiento lineal y proporcional entre  $h$  y  $L$  determinado por 2, esto se puede validar en Fig. 7 como también en ecuación que determina el comportamiento en el sistema 6.

En pocas palabras se puede modelar la columna de aceite como un pistón, se establece la relación con el tratamiento que surge del aire en hidráulica con los distintos actuadores, válvulas que vemos en sistemas de este tipo.

## REFERENCES

- [1] Google Images, "Pascal Jeringas," online, accessed 2/08/12, January 2008, <https://www.google.com/search?q=pascal+law&btn=isch&source=iuietx=1&vet=1&fir=kZ6V52wEACFpXM>.
- [2] Personal Repository in GITHUB About laboratory, "Source code Latex and python," online, accessed 2/08/12, August 2022, <https://github.com/23ft/IEEE-LaTeX-Laboratory-1-Physics-Fluids>.
- [3] Google Images, "Basic Explain of Pascal's law," online, accessed 2/08/12, August 2020, <https://blog.unitips.mx/el-principio-de-pascal>.
- [4] —, "Pascal Hidraulica Representacion," online, accessed 2/08/12, January 2017, [https://es.wikipedia.org/wiki/Principio\\_de\\_pascal](https://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_pascal).
- [5] Marcel Leutenegger, "Density of olive oil," online, accessed 2/08/12, January 2008, <https://haciendaguzman.com/blogs/all/densidad-aceite-de-oliva: :text=En>.