

# **Universidad Modelo**

## **Escuela de Ingeniería**



### **Ingeniería Biomédica**

### *“Escrito final”*

### **Proyectos 3**

#### **Alumnos:**

Arguelles Salgado Yatzitl Donají  
Cruz Hoil Ramón Jesús  
Morales Pérez Diego José  
Morales Rosado Bryan Alejandro

Mérida, Yucatán a 8 de diciembre del 2023

# **Aceleración de la velocidad de filtración de compuestos orgánicos mediante el uso de bombas de vacío.**

## **Resumen**

El vacío es la condición de una región donde la densidad de partículas es muy baja, o la de una cavidad cerrada donde la presión del aire u otros gases es menor que la atmosférica. Las bombas al vacío tienen un papel importante para el desarrollo de nuevas tecnologías necesarias para realizar pruebas apropiadas donde se requiere de dicho vacío. El proceso de filtración de una disolución con solutos, tiene una baja velocidad, aumentando el tiempo requerido para realizar la separación de la sustancia sólida de la líquida. Siendo el objetivo de implementar el uso de una bomba al vacío para aumentar la velocidad del proceso de filtración de soluciones. Por ello, se optó por elaborar una bomba al vacío mediante el uso de un compresor de refrigerador, realizando las adaptaciones óptimas del compresor y pruebas de filtrado. Al concluir este proyecto, el uso de una bomba al vacío para aumentar la aceleración de filtración de soluciones, fue eficaz y eficiente para dicho objetivo propuesto. Mediante el uso de este equipo, la velocidad de filtración es mayor a comparación del hecho de no usar este la cual tiene una espera de filtración elevada.

## **Introducción.**

El vacío es la condición de una región donde la densidad de partículas es muy baja, o la de una cavidad cerrada donde la presión del aire u otros gases es menor que la atmosférica. (Tórtola et al., 2023). Este se utiliza en numerosos procesos de preparación de muestras de laboratorio. Siendo que unas de sus más comunes aplicaciones son la aspiración y el secado al vacío, para eso se utiliza una herramienta llamada bomba de vacío. Por otro lado, se define al concepto de velocidad como la capacidad de otorgar un máximo impulso de fuerza a resistencias en un tiempo determinado (Alvaro Morente, et al., 2003)

Las bombas al vacío tienen un papel importante para el desarrollo de nuevas tecnologías necesarias para realizar pruebas apropiadas donde se requiere de dicho vacío (Villalobos, 2005). En el mundo existe una gran variedad de tipos de bombas de vacío, las más comunes en el ámbito de laboratorio, llegan a ser la bomba de vacío de paleta rotativa y de diagrama.

Una bomba de vacío es una máquina diseñada para extraer el aire y las moléculas de otros gases almacenadas en espacio o volumen cerrado, como un recipiente, una red de tuberías o cualquier espacio donde se necesite reducir la presión, para así crear un vacío parcial o completo. Tiene la función de extraer gases o líquidos de recipientes o sistemas de transferir que contienen éstos, es por ello que la diferencia de presión que hay en relación a la presión atmosférica a un punto de trabajo en específico. (Mickel, 2004)

Existen diversas razones prácticas por las que es conveniente hacer vacío, entre las cuales podemos encontrar el succionar objetos de varias decenas de gramos, extraer la

humedad de los alimentos, químicos, productos farmacéuticos, etc; la producción de jugo de frutas y leche concentrada, para remover los constituyentes de la atmósfera que pudieran causar una reacción física o química, para modificar una cierta condición de equilibrio que existe en condiciones ambientales normales, entre otras funciones más específicas (Talavera & Farías, 2003). Entre estas razones y aplicaciones podemos encontrar el uso de las bombas de vacío en un entorno de laboratorio.

Por otro lado, el funcionamiento de la bomba, está caracterizado, principalmente a su velocidad de bombeo y a su cantidad de evacuación de gas por unidad de tiempo. Todas las bombas de vacío tienen una presión mínima la cual es considerada como la presión más baja que se puede obtener, a su vez también tiene un límite superior a la salida o presión previa (Juan Chuquilín, 2011).

Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión. Un compresor admite gas o vapor a una presión dada, descargándolo a una presión superior. La energía necesaria para efectuar este trabajo la proporciona un motor eléctrico o una turbina de vapor (Fernández Diez, s.f.). Anudado a esto, es importante conocer que el mantenimiento preventivo es un proceso de revisión hacia las maquinarias, equipos y aparatos para obtener un buen funcionamiento, con el fin de evitar algún daño o falla, además previene los accidentes antes de que estos sucedan, además, tiene beneficios tales como el evitar las reparaciones a gran escala, disminuir la frecuencia de mantenimiento, tener menor carga de trabajo, entre otros (Arroyo Vaca, 2022). De igual forma, según Martínez Marta (s.f), menciona que sin las medidas de prevención necesarias, al momento de estar trabajando con equipos de presión, puede ocasionar accidentes, teniendo un peligro para la salud.

Según Henao, F. y Hoyos M. (2013), mencionan que la expansión volumétrica es un parámetro importante para el análisis y diseño de sistemas oleohidráulicos en lo relacionado con la rapidez de respuesta y la precisión de su funcionamiento, esto significa que conforme al volumen, la bomba de vacío se comportará de maneras diferentes, necesitando más o menos potencia según sea el caso para conseguir su funcionamiento ideal. Además, esto sucede similarmente con las mangueras, ya que estas van a tener una presión al momento que algún componente pase por ellas, siendo de igual forma, una causa de rotura.

En algunas aplicaciones es necesario el uso de herramientas externas a la bomba de vacío, como parte del procedimiento o como ayuda externa. Una de estas herramientas es el filtro de membrana de acetato de celulosa comercial, la cual es usada en los distintos procesos de filtrado de sustancias. La celulosa es el polímero natural más abundante en las fibras vegetales, adicionalmente presenta un amplio uso como químico orgánico a nivel mundial. (Paula Geraldine, 2022). Este, ayuda al filtrado de soluciones que contengan sólidos, ya que lo retienen, permitiendo pasar la parte líquida de las soluciones (Escobar Barrios, 2017)

El proceso de filtración de una disolución que contiene sólidos pequeños puede ser muy tardado, aún más si se utiliza un papel filtro de celulosa, garantizando la separación

efectiva, y a su vez aumentando el tiempo requerido para realizar la separación de la sustancia sólida de la líquida (Sartorius, 15 de febrero del 2021).

Para arremeter contra este problema, se va a utilizar una bomba de vacío especializada para el uso de laboratorio, enfocado al de la Universidad Modelo, la cual sirve para diversas cosas además de acelerar la velocidad de filtración, pero estas bombas vienen con un precio elevado. Por esta razón, el objetivo de este proyecto es implementar el uso de una bomba al vacío para aumentar la velocidad del proceso de filtración de soluciones.

## Diagrama de bloques de métodos

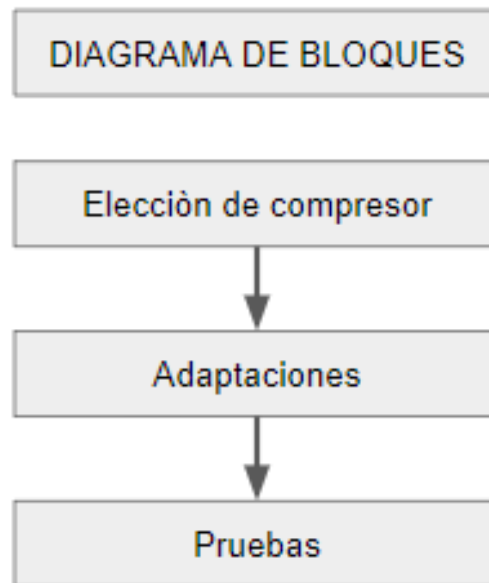


Figura 1. Se muestra el proceso que se llevó a cabo en la metodología.

## Metodología

### Etapa 1. Elección del compresor.

Existen diferentes tipos de compresores, los cuales realizan funciones diferentes y sirven propósitos específicos. Hay compresores que sirven tanto para electrodomésticos, como refrigeradores y aires acondicionados, y compresores especializados usados en diferentes ámbitos de la industria, como en los talleres automovilísticos y centros de investigación, al igual que herramientas pesadas en los sitios de construcción como los martillos neumáticos. No todos los compresores cumplen con los requisitos necesarios para ser utilizados como base para una bomba de vacío parcial. Los tipos de compresores que mejor se adecuan a las necesidades del proyecto serían los compresores de aire acondicionado y los compresores de refrigerador.

Se compararon ambos compresores para elegir la opción más adecuada para el proyecto. Esto se realizó basándose en diferentes parámetros, como los materiales del compresor, potencia, voltaje necesario, puntos de fusión de las salidas, riesgo de manejo, entre otros parámetros. Siendo el compresor de refrigerador el seleccionado.

### Etapa 2. Adaptaciones.

#### A. Colocación del enchufe de corriente.

Es crucial este paso, ya que el compresor no posee una conexión a la toma corriente, ya que se enciende por medio del refrigerador, lo cual, se compró cable y un enchufe (imagen 1), para permitir la conexión a la corriente. Ya colocado, se prosiguió a corroborar que

encienda con 110 v. Cabe recalcar, que se trabajó esta etapa en un espacio preventivo, es decir, sobre mesas aislantes.



**Imagen 1.** Compresor con enchufe de corriente provisional.

## **B. Mantenimiento de la bomba.**

Se realizó un mantenimiento general del compresor, ya que se observó que requería un cambio de aceite, ya que presentó un color oscuro, por lo que se compró y reemplazó por otro nuevo, con el fin de que tenga una duración de vida de al menos dos años y tenga un correcto funcionamiento de vacío.

## **C. Ensamblaje de la bomba.**

Externamente se comenzó cortando las puntas de los tubos de cobre por medio de una segueta, para permitir que su tamaño fuese de 7.3 cm aproximadamente, esto para tener una mejor manipulación de la bomba, evitando que estorben al momento de proseguir el proceso de ensamble.

Después, fueron colocados adaptadores, tanto en la entrada como en la salida de aire, esto con el fin de dos cosas, mejorar su aspecto y porque se le insertaron mangueras flexibles, siendo estas últimas necesarias para la conexión con el Kitasato como para la salida de aire.

## **D. Perfeccionamiento del aspecto físico de la bomba.**

En esta etapa, se ve reflejado el aspecto físico de la bomba, ya que presentó oxidación en su exterior (Imagen 1), por lo que se optó por pintarlo con pintura acrílica color verde

oscuro. Además, se colocaron unos soportes de gomas de plástico en la base, esto para permitir la estabilidad de la bomba, evitando que se mueva al momento de prenderla.



**Imagen 2.** Se observa que presenta zonas de oxidación, así como el hecho que presenta decoloración.

### **Etapas 3. Pruebas.**

Se realizaron dos pruebas de filtrado mediante el uso de un jugo de naranja, el cual debía presentar pulpa, debido a que este permitió que haya sustancia orgánica para filtrar. Las pruebas consistieron en medir el tiempo de filtración de la sustancia de manera normal en comparación mediante la implementación de la bomba de vacío.

Ambas pruebas consistieron en el uso de kitasato, papel filtro, un tapón de goma y un embudo de cristal.

- A. La primera se usó la bomba de vacío, conectando la entrada de aire al kitasato. Se usaron 75 ml de jugo para filtrar.
- B. La segunda prueba de igual forma, desconectado la entrada de aire de la bomba en el kitasato, se filtraron 25 ml de jugo.

## **Resultados**

### **Dificultades durante la realización de la bomba.**

El proceso de realización de la bomba al vacío fue extenso, es decir, fue en un tiempo prolongado debido a las dificultades que se llegaron a presentar. Como se mencionó en metodología, se tuvo que comprar dos compresores debido a dos razones, la primera fue que se quería conocer cuál era la mejor opción para poderle dar un mantenimiento rápido y sencillo, y la segunda razón fue el voltaje que requería cada uno, ya que el compresor de refrigerador trabaja con 110v, mientras que el aire acondicionado trabaja con 220 v, siendo este mayor en comparación. Por estos diversos factores, se decidió que el compresor de refrigerador era el más apropiado para realizar el proyecto.

Además, el estado en el que se encontraban los compresores influía en la manera para lograr encenderlo, si requería o no de la compra de algún componente o no.

El hecho de comprar dos compresores, va a significar una mayor inversión económica, sin embargo, al ya haber recabado información previamente se contempló ese gasto.

Para la etapa de colocación del enchufe, se tuvo que investigar la manera en la que los cables estaban conectados, ya que, al adquirir cada compresor, no tenían una salida directa a la corriente, generando mayor trabajo y tiempo.

### **Precauciones durante la manipulación de la bomba.**

Por otro lado, se tuvieron precauciones en las etapas dos, tres y cuatro de la metodología principalmente, ya que dichas etapas se encontraban el contacto directo con el uso de voltaje y corriente, así como el cambio de aceite se tuvo que estar en un ambiente no inflamable, además de que se cortaron los tubos, teniendo el cuidado necesario para no lastimarse.

### **Pruebas de succión y salida de aire de la bomba.**

Después de haber ensamblado correctamente la bomba (Imagen 3), con sus respectivas mangueras, adaptadores, entre otros, se prosiguió a encender la bomba, la cual tuvo una presión de succión alta en el tubo de entrada, la cual está conectada a un matraz Kitasato, además, se hizo una prueba rápida de succión, colocando un pedazo de papel más grande que el diámetro del tubo de entrada de aire (Imagen 4), el cual se observó que succionaba dicho papel, además en la salida claramente había presencia de aire que salía de la bomba, aunque no tiene la suficiente fuerza de presión para que sea riesgoso.





**Imagen 3.** El correcto ensamblado de la bomba, permitirá una correcta filtración, evitando fugas de aire, además, la buena colocación de las mangueras, adaptadores es parte fundamental para evitar que se desmonten, evitando accidentes posteriores.



**Imagen 4.** Se observa la presión que ejerce la succión de aire de la bomba sobre el papel (cuadro rojo), el cual es ligero, similar a un papel filtro.

### Pruebas de filtrado de sustancias.

En las pruebas que se realizaron, la primera obtuvo un tiempo de 3 min con 40 segundos para filtrar el líquido del jugo, sin pulpa (imagen 5).



**Imagen 5.** Mediante el uso de un Kitasato, papel filtro, un tapón de goma y de un embudo de cristal, se hizo la prueba, demostrando que todo el líquido filtrado no está atrapado entre el embudo y el papel. Además, se observa una sombra en el embudo con papel filtro, de toda la pulpa residual.

La segunda prueba (imagen 6), obtuvo un tiempo de filtrado de 10 minutos con 30 segundos. Demostrando que la velocidad de filtrado es superior cuando se usa la bomba de vacío a comparación de la filtración por goteo normal.



**Imagen 6.** Observando el embudo, hay líquido atrapado entre este y el papel filtro, demostrando que la velocidad de filtración es menor si no se usa la bomba de vacío.

## Conclusión

La elección del compresor fue debido a que el voltaje que se requiera, es por ello, que se seleccionó el compresor de refrigerador, ya que requería de un voltaje de 110 v, mientras que el del aire acondicionado necesita de 220 v. Además, la bomba se colocó en un laboratorio de microbiología, el cual tiene conexiones de 110 v.

La adaptación de un compresor de refrigerador para crear una bomba al vacío, tiene dificultades y precauciones en su proceso, una de ellas es la manipulación de cables, siendo necesario el uso de mesas aislantes para disminuir los riesgos. Además, se debe tener presente el mantenimiento que debe llevar el compresor antes de su uso, lo cual dependerá de la durabilidad del mismo.

El uso de una bomba al vacío para aumentar la aceleración de filtración de soluciones, fue eficaz y eficiente para dicho objetivo propuesto. Mediante el uso de este equipo, la velocidad de filtración fue mayor a comparación del hecho de no usar este, teniendo una espera de filtración elevada.

El tiempo requerido para la filtración de soluciones, dependerá de la cantidad de solución a filtrar, de igual manera, de la cantidad de soluto en la solución, ya que no será lo mismo si requiere filtrar una solución con poco soluto a otra que presente mayor cantidad.

## Bibliografía

Vista de Diseño y Fabricación de Bomba de Vacío, a Partir de Materiales Reciclados. (2011). <https://revistas.unjfsc.edu.pe/index.php/INFINITUM/article/view/319/314>

Bomba de vacío: Tipos y usos en laboratorio – Cromtek. (Abril 2022). <https://www.cromtek.cl/2022/06/17/bomba-de-vacio-tipos-y-usos-en-laboratorio/>

J. Dirscherl [Dr. Jürgen Dirscherl], La bomba de vacío adecuada para cada aplicación, vol. N° 359. 2011.

Tórtola, M. (Marzo 2023). En física, ¿es lo mismo nada que vacío? *El País*. <https://elpais.com/ciencia/las-cientificas-responden/2023-03-29/en-fisica-es-lo-mismo-nada-que-vacio.html>

Morente Montero, A., Rabadán de Cos, I., & Benítez Sillero, J. de D. (2003). La velocidad: Aspectos teóricos. EfDeportes. <https://deportivasfesaragoza.files.wordpress.com/2007/11/la-velocidad.pdf>

Villalobos D. (Enero 2005). Diseño y construcción de una bomba al vacío por anillo líquido- Facultad de ingeniería Departamento de Ingeniería mecánica. Recuperado de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/21847/u258595.pdf?sequence=1>

Talavera, L., & Farías, M. (2003). El vacío y sus aplicaciones. Fondo de Cultura Económica USA.

Escobar Barrio V. A. (Julio 2017). Obtención y caracterización de membranas poliméricas para desalinización de agua. -IPICYT. Recuperado de: <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/1608/1/TMIPICYTM3O32017.pdf>

Henao Castañeda F. J. Hoyos Mesa M. (Octubre 2013). Expansión volumétrica en mangueras oleohidráulicas. -Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4516787>

Fonseca Ballesteros P. G Monroy Munévar J. F. (2022). Propuesta de un medio filtrante biodegradable mediante fibras de celulosa a partir del Bagazo de caña de azúcar. -Fundación universidad de América Facultad de Ingenierías Programa de Ingeniería Química. Bogotá D.C. recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8825>

Fernández Diez P. (s.f.). Compresores. Departamento de ingeniería eléctrica y energética. Recuperado de: [http://www.ing.una.py/pdf\\_material\\_apoyo/compresores-y-ventiladores.pdf](http://www.ing.una.py/pdf_material_apoyo/compresores-y-ventiladores.pdf)

Martinez, Marta. (s.f.). Evaluación de riesgos de equipos de presión. *Industriales ETSII, Politécnico* . [https://oa.upm.es/53619/1/TFG\\_MARTA\\_MARTIN\\_MORIANA.pdf](https://oa.upm.es/53619/1/TFG_MARTA_MARTIN_MORIANA.pdf)

Perez Hernandez, M. M. (2022). Simulación de un proceso de filtración para el laboratorio de procesos de separación de la Universidad Metropolitana: Recuperado a partir de <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/5442>

Arroyo Vaca, C. S., & Obando Quito, R. F., (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. E-IDEA Journal of Engineering Science, 4 (10), 59- 69. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>

