

Diseño y construcción de un sistema de enfriamiento de agua para la torre de destilación de thinner.



Design and construction of a system of water cooling for the tower of thinner distillation

¹ Danielita Fernanda Borja Mayorga, ¹ Mabel Mariela Parada Rivera, ¹ Mayra Paola Zambrano Vinueza, ¹ Zoila Valeria Tapia González, ² Sofía Carolina Godoy Ponce, & ³ Sergio Freire Silva.

Recibido: 10-02-2019 / Revisado: 15-02-2019 / Aceptado: 04-03-2019 / Publicado: 14-06-2019

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.4.505>

The objective of this project was to design and build a cooling System to improve the work of the tinting tower of the Unit Operations laboratory of the School of Chemical Engineering of ESPOCH. Studying first *the state of the thinner distillation tower to the* diagnosed the process and then the cooling System was designed and constructed, complying with the information established in the evaluation carried out by laboratory tests. Two design alternatives were suggested based on the type of environmentally friendly refrigeration, refrigerants 404 and 134 were analyzed, but the former was used. The cooling system has a storage tank or evaporator built with 304 stainless *Steel*, 15 mm copper pipes and aluminum sheets for the condenser. We used a compressor and a 1/2 hp pump, a hermetic filter, also automatic control paper with a temperature sensor. With the application of this cooling system very acceptable results were obtained. By reducing the temperature in the condensers an increase in the yield in the process was

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador, email (*dborja@epoch.edu.ec)

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador, email (mparada@epoch.edu.ec)

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador, email (mayra.zambrano@epoch.edu.ec)

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador, email (ztapia@epoch.edu.ec)

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Ambiental, Riobamba, Ecuador. email (sofia.godoy@epoch.edu.ec)

³ Tesista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador, email (sfreire@epoch.edu.ec)

obtained. Before without applying this project three liters of thinner was recovered in a period of time of fifteen hours, but with the application of the system the goal of tripling the savings of thinner in the same time was reached. Finally, the design parameters were optimal to solve the deficiency presented by the thinner distiller equipment.

Keywords: Thinner distillation tower, Cooling system, Refrigerant, Unitary operations laboratory, Efficiencies.

Resumen.

El objetivo de este proyecto fue diseñar y construir un sistema de enfriamiento para mejorar la eficiencia y el rendimiento de la torre de destilación de thinner del laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela de Ingeniería Química de la ESPOCH. Se inició con el diagnóstico del estado de la torre de destilación de thinner para luego proceder con el diseño y construcción del sistema de enfriamiento de acuerdo a los requerimientos de la evaluación realizada por pruebas de laboratorio. Se planteó dos alternativas de diseño en base al tipo de refrigerante más eficiente durante el proceso de refrigeración y que sea amigable con el ambiente, se tomó en cuenta los refrigerantes 404a y 134a y por medio de un análisis de criterios se optó por la primera alternativa. El sistema de enfriamiento consta de un tanque evaporador construido con acero inoxidable 304, tuberías de cobre de 15 mm y láminas de aluminio para el condensador. Se utilizó un compresor y una bomba de Z_j hp, también consta de un panel de control automático con sensor de temperaturas. Se obtuvo resultados muy aceptables, al reducir la temperatura en los condensadores se logró un aumento del rendimiento en el proceso, anteriormente sin el sistema implementado se consiguió 3 litros de thinner recuperado en un periodo de tiempo de 15 horas y con la implementación del sistema se alcanzó la meta de triplicar el thinner recuperado en el mismo tiempo. En conclusión los parámetros de diseño fueron óptimos para resolver la deficiencia que presentaba el equipo destilador de thinner.

Palabras claves: Torre de destilación de thinner/ Sistema de enfriamiento/
Refrigerante/ laboratorio de operaciones unitarias/ eficiencia/

Introducción.

La Facultad de Ciencias de la ESPOCH tiene a disposición la carrera de Ingeniería Química, en ella se imparte cátedras como Operaciones Unitarias (Brito, 2000), Procesos Industriales, Transferencia de Calor, materias que para reforzar el conocimiento estudiantil se realizan prácticas de laboratorios haciendo uso de varios equipos. Entre estos equipos se detectó que el destilador (Brito, Texto Básico de Operaciones Unitarias II, 2001) de thinner no cuenta con un sistema de enfriamiento adecuado para que pueda realizar su función eficientemente.

El presente proyecto dará solución al problema que presenta la torre de destilación (Brito, Texto Básico de Operaciones Unitarias II, 2001) de thinner, al no contar con un sistema de

enfriamiento exclusivo para este equipo, también dará comodidad y facilidad al uso del equipo, al solventar que funcione de una forma más práctica y segura para los estudiantes, maestros, técnicos docentes, pasantes y cualquier otra persona que necesite o pueda utilizar el equipo.

Actualmente hay un desperdicio de agua que se desecha en los sumideros quedando estancada y contaminado el ambiente. La importancia de su construcción radica en la reutilización del agua que se consume en el uso del equipo y el aprovechamiento de la energía con la que sale el agua después de un proceso de intercambio de calor.

El diseño y construcción del sistema de enfriamiento (Brito, Texto Básico de Operaciones Unitarias III, 2001) será de gran importancia; ya que permite una aplicación intensa de los conocimientos de ingeniería para la solución de problemas prácticos, genera un mayor aporte en la realización de prácticas de laboratorio e investigaciones por parte de estudiantes y docentes, objetivo que se logra con la disponibilidad de equipos, herramientas e insumos de laboratorio.

Metodología.

Descripción del proceso.

Proceso de Destilación de thinner con el equipo actual:

Alimentación: La alimentación de los residuos de pinturas se da por medio de una válvula de bola de un cuarto de vuelta, acompañado de un embudo para evitar derrames del producto o para una mayor asertividad de la alimentación, también se puede desmontar el tanque del equipo y agregar los residuos.

Calentamiento: En esta parte del proceso se expone al tanque un quemador de gas para que empiece el calentamiento (punto de ebullición) de la sustancia que se halla dentro del contenedor, luego se da comienzo a la separación y recuperación del thinner contenido en la mezcla de residuos de pintura.

Regulación de la temperatura: Una vez puesto a calentar el tanque de alimentación se procede a controlar la temperatura a la cual se va a separar el thinner, para esto contamos con dos termocuplas integradas en el equipo que nos permiten ver cuál es la temperatura de ebullición y la de condensación.

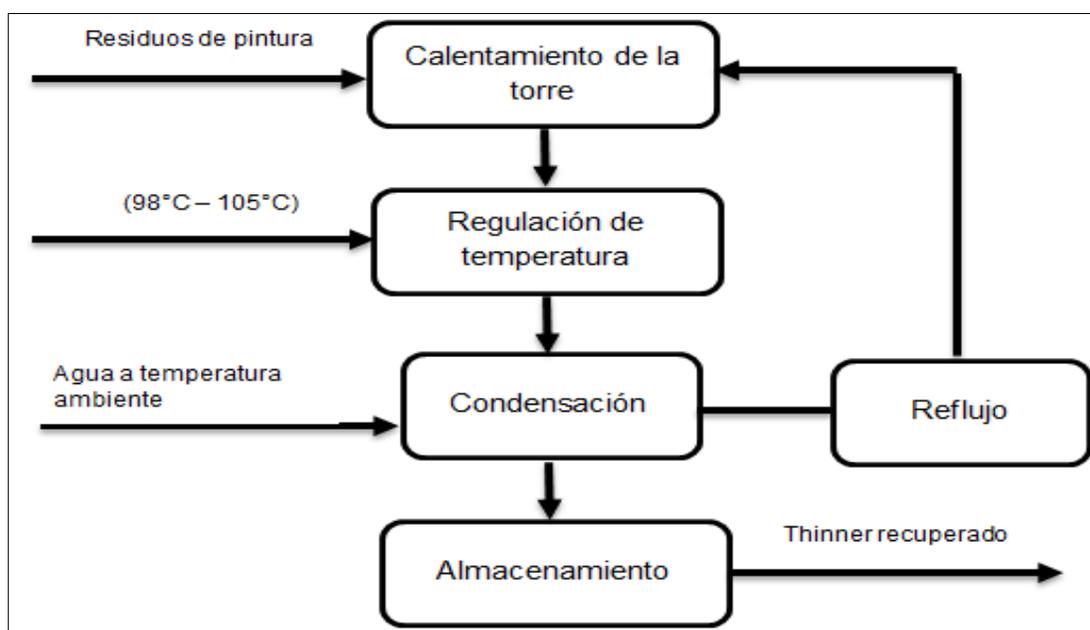
Condensación: En esta fase el thinner circula en forma gaseosa por los condensadores los cuales se encargan de convertirlo a líquido nuevamente con la ayuda del agua que recircula desde un tanque a temperatura ambiente.

Reflujo: El vapor que se produce asciende por la columna, luego sale por la parte superior y

se condensa. Una fracción del condensado se separa como producto de cabeza. La otra parte se reincorpora como reflujo a la columna, por la que desciende en fase líquida.

Obtención del producto: En esta parte final del proceso se recolecta el producto obtenido en un tanque de almacenamiento, el cual presenta un color un poco amarillento ya que es un thinner reciclado lo que estamos obteniendo, sus características fisicoquímicas no serán iguales en ningún aspecto debido a lo ya mencionado antes.

Figura 1: Proceso de destilación de thinner sin el sistema de enfriamiento.



Fuente: Freire, S y Reinel, A. 2018.

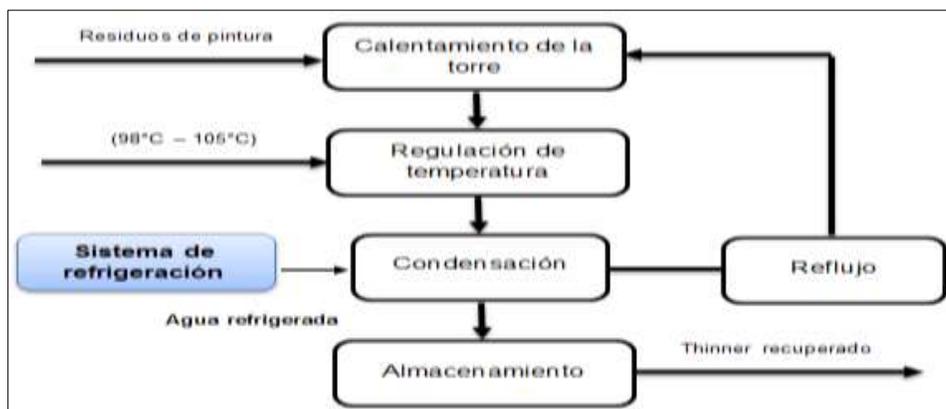
Proceso de Destilación de thinner con la Implementación del Sistema de Enfriamiento

Alimentación: Se llena el tanque de alimentación por medio de una manguera hasta un 80 % de su capacidad.

Regulación de la temperatura: En este paso se programa el equipo a la temperatura que queremos mantener el agua que va recircular por los condensadores, será medido por medio de un sensor.

Recirculación: El agua previamente enfriada pasara por los condensadores arrastrando el calor del vapor de thinner y haciendo que este se condense y pueda llegar hasta el tanque de almacenamiento.

Figura 2: Proceso de destilación de Thinner con el sistema de enfriamiento.



Fuente: Freire, S y Reinel, A. 2018.

A. Medición de Temperatura.

La temperatura es el aspecto más importante a considerar dentro de nuestro trabajo técnico de titulación ya que de esto dependerá el diseño adecuado del equipo de enfriamiento, se tomara en cuenta 4 temperaturas de entrada y salida, mismas que son; temperatura de entrada de fluido caliente, temperatura de salida de fluido caliente (agua), temperatura de entrada de fluido frío, temperatura de salida de fluido frío (refrigerante).

Tabla 1: Temperatura de condensación y ebullición.

T°	tiempo(min)	T° Ebullición
16	20	17
16	20	66
16	20	81
19	20	82
21	20	83
22	20	89
22	20	89
24	20	89
27	20	89
26	20	90
29	20	91

	29	20	89
	29	20	90
	29	20	92
	30	20	96
Cantidad	22,18	20	83,19
<u>Media</u>			

Fuente: Freire, S y Reinel, A. 2018.

B. Medición de Caudal.

El caudal es otra de nuestras variables importantes ya que con esta variable se sabe cuántos mililitros por hora se obtiene dentro del proceso de destilación de thinner, pero este no es el único caudal a tomar en cuenta, también tenemos otro muy importante que lo obtenemos por medio del cálculo de la potencia de la bomba, este caudal será el agua que transite por las mangueras de los equipos con un flujo en contracorriente.

Para determinar el caudal antes y después de la implementación del sistema de enfriamiento se utilizó la siguiente expresión:

$$Q_i = \frac{V_i}{t}$$

Dónde: Q_i = Caudal, l/h.

V_i = Volumen obtenido antes y después del sistema de enfriamiento, l.

t = Tiempo, h.

C. Formulación de las Alternativas de Diseño para el Sistema de Enfriamiento.

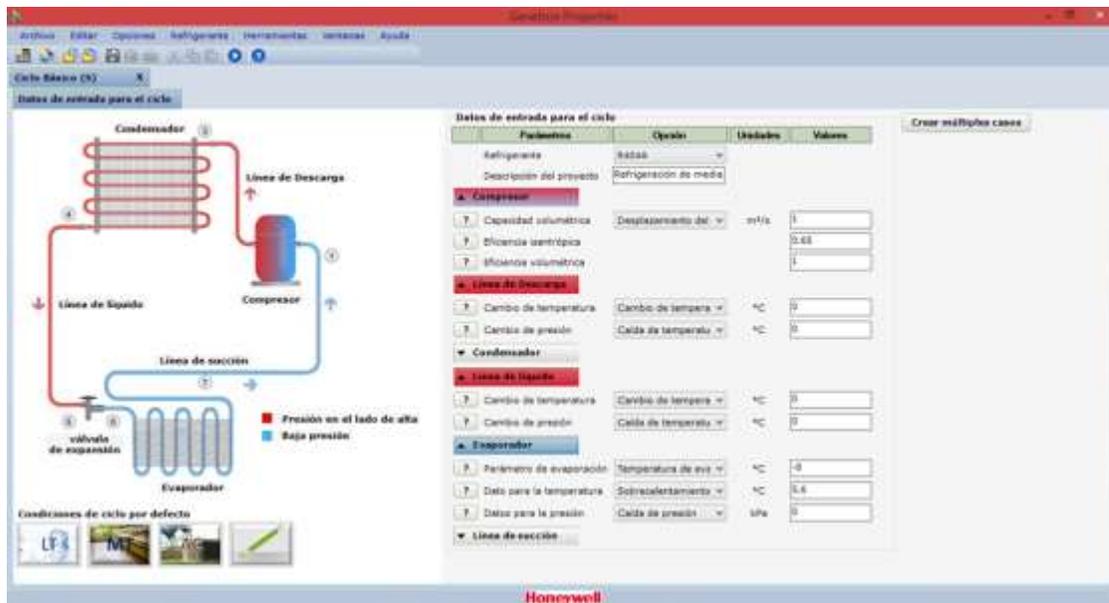
La torre de destilación de thinner desde su implementación en el laboratorio de Operaciones Unitarias ha sido de gran importancia para docentes y estudiantes de la facultad, fortaleciendo los conocimientos teóricos a través de prácticas de laboratorio con dicho equipo.

Antes de la ejecución de este proyecto de investigación, la alimentación para el agua de enfriamiento era por medio de un improvisado tanque de plástico en él posaba el agua que pasa por los condensadores del destilador de thinner, mediante un flujo en contracorriente de agua haciendo una trayectoria de recirculación de manera directa y sin sistemas de control, lo cual, debido a la temperatura de la fase gaseosa dentro de la columna, el agua empezaba a calentarse dentro del tanque y en los condensadores provocando que no se genere la correcta condensación de dicho flujo, por tal razón, la eficiencia del equipo de purificación no era la correcta.

Analizando este inconveniente se optó por adecuar un sistema de enfriamiento de agua para el equipo mencionado, logrando disminuir la temperatura a través de un sistema de control eléctrico consiguiendo la condensación de la corriente de vapor hasta niveles razonables y con esto aumentar la eficiencia del destilador.

Con el uso del software llamado HONEYWELL se analizó dos posibles alternativas para el diseño y construcción del sistema de enfriamiento y previo a investigaciones se encontró que se podía hacer uso de dos tipos de refrigerantes; 404^a y 134^a. Refrigerantes más recomendados y utilizados para un buen funcionamiento en los sistemas de enfriamiento de mediana y alta temperatura.

Figura 3: Simulación del sistema de enfriamiento en el software HONEYWELL.



Fuente: Freire, S y Reinel, A. 2018.

La simulación del proceso de Honeywell, es una herramienta digital que permite desarrollar, mejorar y reutilizar modelos de sistemas o equipos utilizados a nivel de laboratorios y plantas industriales. También ayuda a los ingenieros a crear y optimizar los diseños de plantas y monitorear el rendimiento de los mismos. De este modo, permite las operaciones estables y la seguridad de procesos en las plantas industriales.

D. Análisis de las alternativas entre los refrigerantes R404a y R134a

Luego de haber establecido las alternativas se hizo el análisis de las mismas, valorando como elemento discriminante algunos criterios de selección establecidos. Como primer punto se

verificó el cumplimiento de los criterios de selección por parte de cada una de las alternativas. Al observar que las alternativas 1 y 2 satisfacen los criterios de selección, por esta razón se realizó la valoración del grado de cumplimiento de cada uno de los criterios establecidos para hacer uso del refrigerante más adecuado, valorando a cada alternativa con puntuaciones de 1 a 5. Si se cumplía con el criterio mínimamente, la valoración asignada fue cercana a 1, en tanto que si la alternativa cumplía satisfactoriamente con el criterio de selección, la valoración asignada fue cercana a 5, como se describe dentro de la tabla 2.

Tabla 2: Comparación de las características de los Refrigerantes.

Refrigerante 404a		Refrigerante 134a	
Criterio	Puntuación Rango (1-5)	Criterio	Puntuación Rango (1-5)
Ideal para trabajar con bajas y medias temperaturas.	5	Ideal para trabajar con altas temperaturas.	4
Baja toxicidad	5	Baja toxicidad.	5
Refrigerante azéotropo.	5	Refrigerante puro.	3
Trabaja en estado, líquido y Fácil adquisición y menor	5	Trabaja solo en estado Adquisición mayor precio.	4
Mejora la eficiencia de sistema de destilación	4	Mejora la eficiencia de del sistema de destilación.	4
TOTAL	24	TOTAL	20

Fuente: Freire, S y Reinel, A. 2018.

E. Cálculos de ingeniería para el diseño y construcción del sistema de enfriamiento de aguapara la torre de destilación de thinner.

Como primer punto se tomó en cuenta que para realizar el diseño del sistema de refrigeración se debe realizar los cálculos de ingeniería y obtener las condiciones de todos los componentes que estarán presentes en el equipo construido, mismos que se adaptarán a los requisitos de refrigeración. Es importante escoger materiales resistentes que pueda soportar tiempos de operación de 24 horas o más, dependiendo de la cantidad de producto que se desee obtener.

F. Construcción del equipo.

Una vez se haya identificado las variables de operación para el sistema de enfriamiento y se cuente con todos los datos experimentales necesarios; se analizó la alternativa de diseño más

adecuada para ser implementada en la torre de destilación de thinner, es decir en base a los cálculos de ingeniería especificar las dimensiones y condiciones de operación del sistema de enfriamiento. Posteriormente se procederá a la construcción del sistema en base al diseño, tomando en cuenta algunas especificaciones de los materiales utilizados para la construcción del sistema de enfriamiento.

Figura 4: Componentes para la construcción del sistema de enfriamiento.



Fuente: Freire, S y Reinel, A. 2018.

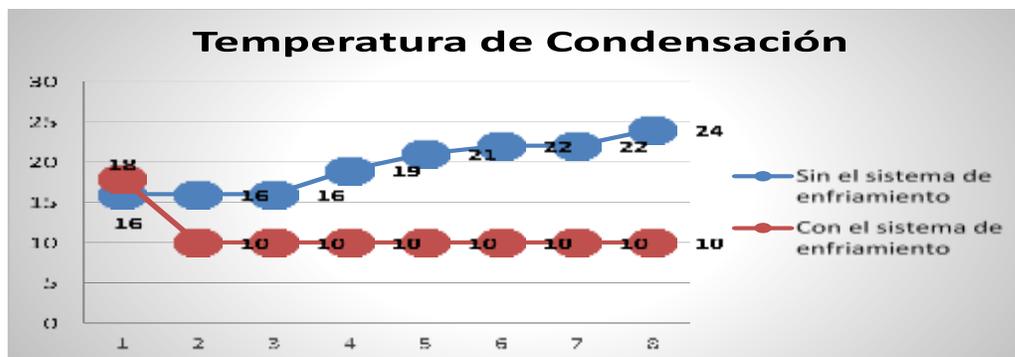
Una vez que se haya diseñado y construido el sistema de enfriamiento se procederá a la experimentación para medir las condiciones de operación y productos compararlo con las condiciones previas de operación de la torre y las especificaciones de diseño evaluar la eficiencia del sistema de enfriamiento.

La parte final del proyecto corresponde a la validación del sistema de enfriamiento implementado en la torre de destilación de thinner, lo cual se realizará en el laboratorio de Operaciones Unitarias, junto con la colaboración de los tutores del proyecto, el técnico docente y los estudiantes de la carrera, a través de ensayos y prácticas de laboratorio.

Resultados.

Los resultados de la temperatura de Condensación después de la implementación del sistema de enfriamiento, fueron excelentes ya que al tener un controlador de temperatura en el equipo se logra mantener la temperatura deseada para el proceso de destilación.

Figura 5: Comparación de la temperatura de condensación CSE y SSE.



Fuente: Freire, S y Reinel, A. 2018.

La figura 5 indica la temperatura de condensación sin el sistema de enfriamiento, misma que alcanzaba un rango que no era el adecuado para que se facilite la condensación del vapor, luego de implementar el sistema de enfriamiento se logró mantener la temperatura a 10°C, esto hizo que los condensadores actúen de mejor manera transformando el vapor a líquido, aumentando la eficiencia del equipo destilador para la obtención del producto deseado.

Tabla 3: Resultados obtenidos SSE y CSE.

Sin el sistema de enfriamiento			Con el sistema de enfriamiento		
Variable	Valor	Unidad	Variable	Valor	Unidad
$Q_{obtenido}$	0,20	l/h	$Q_{obtenido}$	0,60	l/h
Temperatura del agua	22,18	°C	Temperatura del agua	11	°C
Tiempo	15	h	Tiempo	15	h

Fuente: Freire, S y Reinel, A. 2018.

En la tabla 3 se observa que la temperatura de agua para la recirculación sin el sistema de enfriamiento llegaba a 22.18 °C, mientras que con la implementación del sistema de enfriamiento se logró mantenerla en 11 °C, temperatura que es la ideal para realizar el proceso de recirculación por los condensadores del equipo destilador.

Discusión.

El sistema de enfriamiento aumento considerablemente la eficiencia en un 75 % y el rendimiento en un 40 % de la torre de destilación de thinner, los valores obtenidos dan como resultado menor consumo de energía y un considerable ahorro de agua.

Se observó que el thinner obtenido antes y después del sistema de enfriamiento presentaba

diferente coloración debido a las impurezas, pero esto también fue mejorado, se obtuvo thinner de menor color e impurezas.

En cuanto a la realización de las pruebas sin el sistema de enfriamiento y con el sistema de enfriamiento se puede observar la diferencia de producto obtenido, en un principio se obtuvo 3L de thinner en 15 horas con una alimentación de 12L, luego de la implementación del sistema de enfriamiento se obtuvo el triple de producto, es decir, se recolectó 9L de thinner en el mismo periodo de tiempo, con esto podemos evitar pérdidas de energía del equipo y pérdidas de tiempo en el que podemos extraer mayor cantidad de thinner residual.

Para la destilación de thinner, la temperatura de ebullición fue de 65°C y para que este hidrocarburo suba a la parte alta de la torre, es decir, pueda ingresar a los condensadores como vapor, se manejó temperaturas de 110°C con un rango de desviación de $\pm 10^\circ\text{C}$. Por ende dichos valores indican rangos medios de temperatura donde resulta más conveniente utilizar el refrigerante 404^a, además que presenta propiedades de no ser contaminante en espacios reducidos como lo es el laboratorio de Operaciones Unitarias.

Por medio del sensor de temperatura añadido al equipo refrigerador se controló la temperatura ideal que se necesitaba para la recirculación de agua que ingresa a los condensadores a temperaturas bajas, manteniendo así un rango de $10 \pm 1^\circ\text{C}$ lo que permitió aumentar de eficiencia del equipo.

Conclusiones.

- En el diagnóstico del equipo se realizaron cuatro pruebas preliminares, con las cuales se determinó que la torre de destilación de thinner se encontraba trabajando de manera ineficiente, por cada 12 L de alimentación se obtenía 3 litros de thinner en 15 horas de proceso, esto nos da una eficiencia del equipo de 25%.
- Las variables consideradas son: la temperatura y el caudal, que determinan el funcionamiento del equipo, además influye en el modo de operación del sistema de enfriamiento, el cual se necesita implementar para un mejor proceso de destilación.
- Los cálculos para el dimensionamiento del sistema de enfriamiento fueron realizados en base al requerimiento de la torre de destilación de thinner, con las pruebas de ensayo se determinó trabajar a una temperatura de 10°C y un volumen de 80L de agua, además se optó por el refrigerante 404^a, consideraciones que garantizan mejorar el proceso de destilación.
- Se adaptó el sistema de enfriamiento a la torre de destilación de thinner manejando el flujo en contracorriente para la mejor distribución y circulación del agua por los condensadores. Además el sistema de enfriamiento presenta la característica de ser

adaptado con otros equipos, la cual permite reducir las altas temperaturas que se genera en diferentes procesos.

- Con la validación del sistema de enfriamiento se obtuvo excelentes resultados, ya que se comprobó un aumento de eficiencia en el proceso de destilación, obteniendo el triple de destilado en el mismo tiempo, es decir se recogió 9 litros de destilado en un tiempo de 15 horas.
- Se utilizó el refrigerante 404^a, ya que presenta propiedad azéotropa, es decir; se puede trabajar de forma líquida evitando problemas de emisión de gases al manipular y recargar este refrigerante evitando problemas explosivos, ya que en el proceso de destilación se trabaja con fuego y altas temperaturas, además de ser uno de los refrigerantes más accesibles y amigables con el ambiente.

Referencias bibliográficas.

- Aldana, S., Vereda, F., Hidalgo-Alvarez, R., & de Vicente, J. (2016). Facile synthesis of magnetic agarose microfibers by directed selfassembly. *Polymer*, 93, 61-64.
- Bhat, S., Tripathi, A., & Kumar, A. (2010). Supermacro porous chitosan-agarose-gelatin cryogels. in vitro characterization and in vivo assesment for cartilage tissue engineering. *Journal of the Royal Society Interface*, 1-15.
- Bossis, G., Marins, J., Kuzhir, P., Volkova, O., & Zubarev, A. (2015). Functionalized microfibers for field-responsive materials and biological applications. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 1-9.
- Brito, H. (2000). *Texto Básico de Operaciones Unitarias I*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Docucentro ESPOCH.
- Brito, H. (2001). *Texto Básico de Operaciones Unitarias II*. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
- Brito, H. (2001). *Texto Básico de Operaciones Unitarias III*. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
- Cortés, J., Puig, J., Morales, J., & Mendizábal, E. (2011). Hidrogeles nanoestructurados termosensibles sintetizados mediante polimerización en microemulsión inversa. *Revista Mexicana de Ingeniería Química.*, 10(3), 513-520.
- Dias, A., Hussain, A., Marcos, A., & Roque, A. (2011). A biotechnological perspective on the application of iron oxide magnetic colloids modified with polysaccharides. *Biotechnology Advances* 29, 29, 142–155.
- Estrada Guerrero, R., Lemus Torres, D., Mendoza Anaya, D., & Rodriguez Lugo, V. (2010). Hidrogeles poliméricos potencialmente aplicables en Agricultura. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 12(2), 76-87.

- García-Cerda, L., Rodríguez-Fernández, O., Betancourt-Galindo, R., Saldívar-Guerrero, R., & Torres-Torres, M. (2003). Síntesis y propiedades de ferrofluidos de magnetita. *Superficies y Vacío.*, 16(1), 28-31.
- Ilg, P. (2013). Stimuli-responsive hydrogels cross-linked by magnetic nanoparticles. *Soft Matter*, 9, 3465-3468.
- Lewitus, D., Branch, J., Smith, K., Callegari, G., Kohn, J., & Neimark, A. (2011). Biohybrid carbon nanotube/agarose fibers for neural tissue engineering. *Advanced Functional Materials*, 21, 2624-2632.
- Lin, Y.-S., Huang, K.-S., Yang, C.-H., Wang, C.-Y., Yang, Y.-S., Hsu, H.-C., . . . Tsai, C.-W. (2012). Microfluidic synthesis of microfibers for magnetic-responsive controlled drug release and cell culture. *PLoS ONE*, 7(3), 1-8.
- Ruiz Estrada, G. (2004). *Desarrollo de un Sistema de liberación de fármacos basado en nanopartículas magnéticas recubiertas con Polietilenglicol para el tratamiento de diferentes enfermedades*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Física Aplicada.
- Song, J., King, S., Yoon, S., Cho, D., & Jeong, Y. (2014). Enhanced spinnability of carbon nanotube fibers by surfactant addition. *Fibers and Polymers*, 15(4), 762-766.
- Tartaj, P., Morales, M., González-Carreño, T., Veintemillas-Verdaguer, S., & Serna, C. (2005). Advances in magnetic nanoparticles for biotechnology applications. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 290, 28-34.
- Wulff-Pérez, M., Martín-Rodríguez, A., Gálvez-Ruiz, M., & de Vicente, J. (2013). The effect of polymer surfactant on the rheological properties of nanoemulsions. *Colloid and Polymer Science*, 291, 709-716.
- Zamora Mora, V., Soares, P., Echeverría, C., Hernández, R., & Mijangos, C. (2015). Composite chitosan/Agarose ferrogels for potential applications in magnetic hyperthermia. *Gels.*, 1, 69-80.



PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Borja Mayorga, D. F. (2019). Diseño y construcción de un sistema de enfriamiento de agua para la torre de destilación de thinner. *Ciencia Digital*, 3(2.4), 36-48.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.4.505>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

