

Evaluación del tratamiento de efluentes de un taller mecánico automotriz por coagulación-floculación y foto-Fenton solar

Carlos J. Escudero-Santiago *, Kevin O. Chávez-Pardo, Enrique N. Sánchez-Camacho, Janeth I. García-Guerra y Paulo A. González-González

Laboratorio de Procesos Químicos Sostenibles, Departamento de Biotecnológicas y Ambientales, Universidad Autónoma de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor de correspondencia: carlos.escudero@edu.uag.mx

Contaminación de agua, suelo y aire (Procesos fisicoquímicos). **Ponencia Presencial.**

Recibido: 16 de junio de 2023 Aceptado: 25 de agosto de 2023 Publicado: 23 de noviembre de 2023

Palabras clave: Agua residual; taller mecánico, coagulación-floculación, proceso Fenton, proceso foto-Fenton.

Introducción. En la mayoría de los talleres mecánicos se carece de un buen manejo de los residuos líquidos generados los cuales presentan altas concentraciones de grasas y aceites, sólidos disueltos y suspendidos, detergentes, restos de anticongelante, líquidos de frenos, entre otros. Desafortunadamente el agua residual de estos sitios solo se dispone en el suelo contaminándolo o, en el mejor de los casos se vierte al drenaje, pero luego en las plantas de tratamiento municipal los sistemas convencionales no lograrán eliminar por completo los contaminantes, poniendo en riesgo al entorno natural y a la salud pública (Quemada et al., 2016; Torres y Pimentel, 2020).

En la presente investigación se realizó el estudio del tratamiento del agua residual de un taller mecánico aplicando procesos de coagulación-floculación, procesos Fenton, foto-Fenton con iluminación tipo LED (Light Emitting Diode), con iluminación natural directa y usando un concentrador solar parabólico.

El aporte de este trabajo fue experimentar con energías renovables de iluminación y empleando un concentrador solar elaborado con materiales de reúso, lo cual hizo más atractivo y sostenible el proceso que se propone para esta agua residual compleja.

Materiales y Métodos. Se realizaron muestreos del agua residual (cruda) en un taller mecánico automotriz de la Zona Metropolitana de Guadalajara, al que se aplicó una sedimentación, seguido de la recuperación de 200 mL que fue tratada vía coagulación-floculación empleando 0.5 g/L de FeCl_3 (Golden Bell grade ACS) o 0.5 g/L de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (Golden Bell grade ACS). También se experimentó con proceso Fenton, que es un Procesos de Oxidación Avanzada no fotoquímico (Lado et al., 2019), mediante el uso de 1000 mg/L de H_2O_2 (J.T. Baker al 30%) y 0.5 g/L de FeSO_4 (Golden Bell grade ACS) con una agitación constante a 400 rpm durante 30 min (Hurtado et al., 2021).

El proceso foto-Fenton se realizó con las mismas condiciones de probadas en Fenton pero con el uso de un sistema de iluminación tipo LED de 9 unidades (Exulight, 30 W). Este fototratamiento fue evaluado con iluminación directa solar y con un concentrador solar parabólico con 57 espejos hexagonales con un área total reflectiva de 4, 275 cm^2 . La irradiancia fue medida con un fotoradiómetro Delta OHM, HD 2102.1 con un fotosensor entre 315-400 nm. Todos los experimentos se hicieron por duplicado. En la Figura 1, se esquematiza el montaje experimental de esta investigación y las condiciones de trabajo.

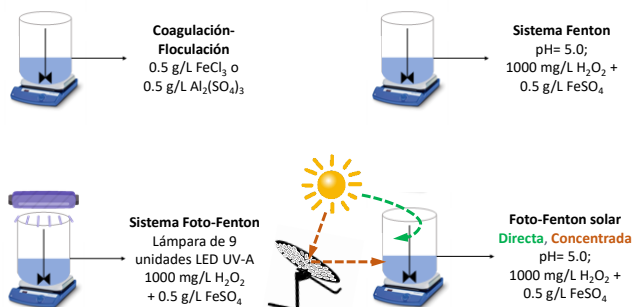


Figura 1. Esquema del montaje experimental para cada proceso de tratamiento aplicado al agua residual del taller mecánico automotriz.

Resultados. En la Tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización de las muestras de agua residual del taller mecánico.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de las muestras estudiadas.

Parámetro fisicoquímico	Normatividad del método	Resultado muestra cruda	Resultado de la muestra sedimentada
pH	NMX-AA-008-SCFI-2016	6.69 ± 0.34	6.47 ± 0.08
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	NMX-AA-093-SCFI-2018	1636 ± 12.24	1366 ± 15.69
DQO (mg/L)	NMX-AA-030-SCFI-2001	2933.33 ± 230.94	2266.33 ± 282.84
STT (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2015	5973.33 ± 323.24	1515 ± 671.75
SDT (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2015	4502.00 ± 459.94	1325 ± 49.50
SST (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2015	2221.00 ± 42.43	195.00 ± 41.92
Sólidos sedim. (mL/L)	NMX-AA-004-SCFI-2013	4.5 ± 0.07	-
Turbiedad (NTU)	NMX-AA-038-SCFI-2001	1875 ± 179.09	400.25 ± 5.86

La coagulación-floculación resultó más eficiente con el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, alcanzando eliminaciones de 64% para la muestra cruda y 71% para la sedimentada. Con el FeCl_3 se obtuvo entre 58% y 62% de la eliminación de DQO para la muestra cruda y sedimentada previamente, respectivamente. El proceso Fenton condujo a una eliminación entre el 65% y 72% de la DQO para las muestras experimentadas, mientras que el proceso foto-Fenton con luz UV-LED ($12.8 \text{ W}/\text{m}^2$) permitió hasta 76% de remoción de DQO para la muestra sedimentada, lo que revela la importancia de esta separación mecánica como se ha reportado (Hurtado et al., 2021).

El tratamiento con luz solar brindó mayores irradiancias ($11.44 \text{ W}/\text{m}^2$ y $83.81 \text{ W}/\text{m}^2$ con el concentrador) y un nivel de eliminación de DQO de hasta 86% con el concentrador. En estas pruebas fue evidente que la temperatura final de la muestra alcanzó mayores valores con el concentrador, por lo que de prolongarse los tiempos experimentales será necesario el control de la temperatura, dado que a medida que se sobrepasa los 40°C se presenta la fotodescomposición del H_2O_2 reduciendo la eficiencia del proceso (Lado et al., 2019).

Conclusiones. Se propone como mejor tecnología de tratamiento del agua residual de talleres mecánicos automotrices los Procesos de Oxidación Avanzada fotoquímicos, aplicando una sedimentación previa de la muestra problema. El integrar fuentes de iluminación renovables como la solar abarata los costos y aumenta la eficiencia de depuración de los efluentes. El uso del concentrador solar no mejoró significativamente el nivel de depuración, lo anterior debido a la posible descomposición del H_2O_2 al alcanzar elevadas temperaturas, por lo que las variables de irradiancia y temperatura deben ser controlados en este tipo de procesos (Lado et al., 2019).

Bibliografía.

- Hurtado, J. A., Valdez, L. F., Escudero, C. J. (2021). Solar homogeneous catalysis to the removal of organic matter from slaughterhouse effluents undergone to a prior biological process. *Water Science & Technology*, 84 (9), 2242-2251. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.438>.
- Lado, A., Moreira, N., Li, G., Silva, A. (2019). Impact of water matrix on the removal of micropollutants by advanced oxidation technologies. *Chemical Engineering Journal*, 363, 155-173. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.01.080>.
- Quemada, P. (2016). Optimization of waste management at the automobile shops in Metro Cebu. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 493-499. <https://doi.org/10.5281/zenodo.55616>.
- Torres, N., Pimentel, C. (2020). Automobile repair shops have a negative impact on the environmental. *Acta Scientiae et Technicae*, 8(2), 5-19. <https://doi.org/10.17648/uezo-ast-v8i2-292>.