

5 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

A partir del trabajo de investigación llevado a cabo en el presente proyecto de fin de carrera y de los resultados obtenidos en el mismo, se ha llegado a una serie de conclusiones que se desarrollan a continuación.

- La degradación de contaminantes orgánicos refractarios que se encuentran en concentraciones elevadas en los efluentes industriales, requiere seguir profundizando en el desarrollo de catalizadores en los POAs. En este sentido, se debe avanzar en la utilización de catalizadores que contengan hierro y/o TiO_2 , sobre una matriz sólida que permita la recuperación y posterior reutilización del catalizador en varios ciclos.
- Se ha evaluado la eficacia de un material de base geopolimérica, con cenizas volantes, hierro y TiO_2 , como catalizador en la oxidación de Fenol. Dicha eficacia se ha comparado con la que muestran otros catalizadores empleados en fase homogénea, sin base geopolimérica. No obstante, se ha encontrado que la eficacia obtenida con los catalizadores de base geopolimérica no alcanza niveles satisfactorios en todos los POAs.
- Durante la etapa de adsorción llevada a cabo tanto a pH 3 como a pH 5, se produce una compensación entre el COT eliminado por adsorción y el COT solubilizado aportado por los catalizadores, resultando que la concentración de COT en las disoluciones de Fenol permanece prácticamente constante, no contribuyendo así a la eliminación de materia orgánica. Se ha encontrado que el pH más ácido es más agresivo en el ataque del material de forma que el material se disuelve más a pH 3 que a pH 5 y que esta disolución es más acusada en los geopolímeros de la serie 1.1 (0,5 p/p de fracción de solución activadora y curado a temperatura ambiente), que no muestran carácter tixotrópico.
- Los resultados obtenidos en la degradación de Fenol empleando los materiales geopoliméricos como catalizadores, mediante tratamiento Fenton y Fotocatálisis no han sido satisfactorios, habiéndose obtenido en ambos casos rendimientos máximos de eliminación en torno al 10%. Por tanto, el uso de estos materiales geopoliméricos como catalizadores en tratamiento Fenton y Fotocatálisis no resulta eficaz.

- El tratamiento que presenta los mejores resultados en cuanto a degradación de COT, es el tratamiento foto – Fenton, en el que también han podido tener lugar procesos de fotocatalisis heterogénea por la presencia de TiO_2 , tanto a pH 3 como a pH 5. Aún así, es a pH 3 cuando el método ofrece los mejores resultados, llegándose a degradar hasta un 50% del COT en dos horas de tratamiento foto – Fenton. Sin embargo, en estas condiciones, el tratamiento foto – Fenton es el que mayor aporte de hierro disuelto ha mostrado.
- El catalizador 2.1.1, con una fracción de solución activadora de 0,76 p/p, curado a temperatura ambiente y con un tamaño de partícula de entre 250 μm y 1 mm, ha sido destacado a lo largo de la discusión de los resultados por ser uno de los catalizadores que, aún no alcanzando en todos los procesos los mejores valores de degradación, ha mostrado una buena dependencia entre el grado de eliminación de COT y el tiempo de tratamiento.
- El catalizador con el que se ha conseguido degradar una mayor cantidad de COT ha sido el catalizador 1.1.2, en el tratamiento foto – Fenton. Dicho catalizador corresponde a la serie que posee la menor fracción de solución activadora (0,5 p/p), curado a temperatura ambiente y molido a tamaños entre 1 y 2,83 mm. Desde el punto de vista industrial y ambiental, este catalizador posee las mejores características puesto que la forma de curado, la cantidad de solución activadora y el tamaño de partícula empleados en su proceso de fabricación, implican un menor coste tanto económico como de energía. Y es que los costes de molienda y tamizado son inversamente proporcionales al tamaño de partícula, lo que se traduce de nuevo en un abaratamiento de los costes de producción. Atendiendo a todo esto, el catalizador 1.1.2 con el que se han obtenido los resultados más satisfactorios, es también el catalizador más eficiente desde el punto de vista industrial.
- De acuerdo con uno de los objetivos del proyecto, se ha evaluado la cantidad de hierro disuelto por cada tipo de catalizador, durante todos los tratamientos ensayados. Los resultados han mostrado que en términos generales, el hierro que contiene el material geopolimérico no se solubiliza a lo largo de los tratamientos, puesto que todos los tipos de catalizadores poseen una concentración de hierro de 17 mg/L y la cantidad disuelta en el peor de los casos ha sido de 1 mg/L. No obstante, el catalizador 1.1.2 ha sido el que ha disuelto la mayor cantidad de hierro, durante el tratamiento foto – Fenton a pH 3, lo que demuestra que el carácter no tixotrópico que presentan los geopolímeros de la serie 1.1 (con fracción de solución activadora de 0,5 p/p y curado a temperatura ambiente), contribuye a una mayor disolución de hierro.

Oxidación Avanzada de Fenol con Hierro y Dióxido de Titanio Soportados sobre Matriz Geopolimérica

- Los resultados obtenidos en este proyecto son similares a los resultados que se obtuvieron en el estudio de revalorización del residuo de TiO_2 (10). Tanto si el catalizador se encuentra en solución o sobre un soporte sólido de base geopolimérica, los rendimientos de degradación de Fenol alcanzados mediante tratamiento Fenton y Fotocatálisis no superan el 10%, mientras que con el tratamiento foto – Fenton, se alcanzan valores de degradación mucho mayores.

No obstante, el trabajo desarrollado en este proyecto ha hecho que surjan nuevas incógnitas que deban ser valoradas en los posibles trabajos futuros que se proponen.

- Hay que valorar para los tratamientos foto – Fenton y Fotocatálisis, el gasto energético derivado sobre todo de las lámparas de luz UV, los costes de reactivo y catalizadores y el coste de neutralización del efluente en caso necesario.
- Ensayar los tratamientos empleando las mismas cantidades de TiO_2 e hierro que poseen los geopolímeros, pero esta vez sin geopolimerizar, trabajando en las mismas condiciones descritas en el presente trabajo para comprobar si realmente se obtienen resultado similares
- Comprobar la eficacia de degradación de los materiales geopolímeros empleados como catalizadores de POAs, tras su reutilización en varios ciclos de tratamiento.
- Optimizar la dosis de peróxido de hidrógeno, así como el tiempo de duración de los diferentes tratamientos ensayados, empleando como catalizadores los mismos materiales geopoliméricos, para comprobar si se obtienen mejores resultados de degradación.