

APLICACIONES MEDIOAMBIENTALES DE LOS HIDROGELES.

Curso 2016/2017

(Código: 28801496)

1. PRESENTACIÓN

La línea de investigación en la que aquí se encuadra el Trabajo fin de master es la de *Aplicaciones Medioambientales de los Hidrogeles* y en concreto se refiere a la utilización de los mismos en la limpieza de aguas residuales industriales contaminadas con metales pesados en disolución. Las razones que a continuación se exponen justifican y avalan la relevancia del desarrollo de estos materiales para la protección ambiental de las aguas superficiales a las que llegan los vertidos industriales.

Los hidrogeles son sustancias de naturaleza polímero afines con el agua y sus disoluciones pero insolubles en ellas como consecuencia de su estructura molecular. Entre las características más importantes de los hidrogeles se encuentran la capacidad de absorción y de retención de agua, debido a que son polímeros entrecruzados que forman mallas en las que se sitúan las moléculas de agua interaccionando de tal forma con las cadenas poliméricas que impiden que aquella salga al exterior de la red aunque se someta a los hidrogeles a una determinada presión. En esta situación los hidrogeles son materiales blandos y elásticos. Los hidrogeles pueden alcanzar grados de hinchamiento de hasta 800 gramos de agua por gramo de gel seco (partículas superabsorbentes).

La capacidad de absorción de agua en los hidrogeles, y en consecuencia de los iones en disolución, depende de diferentes factores entre los que mencionamos como factores intrínsecos; i) la naturaleza de las cadenas poliméricas (principalmente su hidrofiliidad); ii) el grado de entrecruzamiento y como factores extrínsecos; iii) la fuerza iónica del medio; iv) el pH de la disolución y v) la temperatura.

Para la retención de y eliminación de cationes metálicos, tradicionalmente se han utilizado las resinas (materiales polímeros muy entrecruzados) de intercambio iónico como relleno de columnas. Estas resinas solamente presentan actividad en la superficie de sus partículas. Con la utilización de hidrogeles para el mismo fin, se consigue que sea útil el 100% de su superficie molecular - pues toda ella está en contacto con el medio acuoso - si el hidrogel está funcionalizado para realizar el intercambio iónico. Dado el aumento de volumen que experimentan los geles durante su proceso de hinchamiento, la utilización de los mismos se recomienda que se realice por inmersión (*batch*) en vez de rellenar columnas como se hace con las resinas. Aprovechando este comportamiento hemos llevado a cabo experiencias de captación de cationes metálicos pesados mediante hidrogeles, en disoluciones acuosas procedentes de aguas residuales industriales con estos contaminantes. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios quedando para posteriores trabajos el diseño de nuevos hidrogeles para la optimización de resultados.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

La contaminación de las aguas superficiales- ríos y lagos - como consecuencia de los vertidos industriales y actividades mineras es un tema preocupante en el contexto de la degradación ambiental originada por las actuaciones humanas. La ruptura de la balsa de aguas residuales de la mina de Aznalcóllar, puso de manifiesto el desastre ambiental que creó el vertido de metales pesados en tan alta concentración, inhabilitando las zonas inundadas para el cultivo y poniendo en grave riesgo los humedales de Doñana. Afortunadamente no se ha repetido el desastre en otras balsas similares, de las que hay constancia de su existencia.

Dada la capacidad de retención de cationes de metales pesados en disoluciones acuosas que poseen los hidrogeles debidamente funcionalizados, su utilización como materiales descontaminantes de las aguas es una apuesta que debe ser contemplada.

A nivel de laboratorio ya hemos constatado la viabilidad de la utilización de los hidrogeles para tal fin, concretamente hidrogeles basados en vinil-imidazol. Los resultados obtenidos en medios de diferente grado de acidez con cationes como Cr^{3+} , Hg^{+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} y Pb^{2+} fueron satisfactorios pero mejorables.

Pretendemos modificar la composición de los hidrogeles con la incorporación de nuevos comonomeros que mejoren los resultados obtenidos hasta el momento de forma global - ampliando el número de cationes a



ensayar - o selectiva para recuperar algunos de los metales para su utilización posterior, pues otra de las propiedades de estos hidrogeles consiste en su recuperación para posteriores aplicaciones y la recuperación de los metales que fueron retenidos.

La tecnología necesaria para su aplicación es muy sencilla: basta con sumergir el hidrogel en las disoluciones a limpiar y confirmar la eficacia del proceso mediante análisis por absorción atómica de los metales remanentes una vez alcanzado el equilibrio y retirada mecánica del hidrogel cargado con los metales retenidos.

3. REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

Para poder realizar el Trabajo fin de master en la línea de investigación sobre *Aplicaciones medioambientales de los hidrogeles*, el estudiante ha de seleccionar las asignaturas a cursar de acuerdo a las siguientes directrices:

A) MODULO I (4 asignaturas).

OBLIGATORIAS: Las 4 asignaturas del Módulo

B) MODULO II del Itinerario en Tecnologías Aplicadas al Medio Ambiente (3 asignaturas).

OBLIGATORIAS: Las 3 asignaturas del Módulo

C) MODULO III del Itinerario en Tecnologías Aplicadas al Medio Ambiente (10 asignaturas)

OPTATIVAS: Tres de las 10 asignaturas del Módulo

Para la inicialización del Trabajo no es condición necesaria que haya tenido que aprobar previamente ninguna de las asignaturas del Master, pero si que es necesario en la práctica que domine muchos de los conceptos impartidos en algunas de las asignaturas asignadas a la línea de investigación, y fundamentalmente de la asignatura del MODULO II del Itinerario en Tecnologías Aplicadas al Medio Ambiente denominada *Tecnologías de materiales polímeros: procesado, reciclado e incidencia ambiental*. Además es necesario tener conocimientos suficientes para la lectura de inglés técnico y ciertas habilidades en el trabajo de laboratorio de química.

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El objetivo final es que el estudiante :i) sea capaz de diseñar los experimentos que conduzcan a la obtención de los hidrogeles requeridos para una determinada aplicación; ii) llegue a optimizar los resultados para situaciones complejas; iii) pueda rediseñar los experimentos dirigidos a la obtención de hidrogeles selectivos; iv) llegue a confirmar la composición final del hidrogel mediante técnicas analíticas.

4.1.- Objetivos de conocimiento

Conozca los diferentes monómeros que puede emplear en la síntesis de los hidrogeles cuyas características le permitan retener los metales seleccionados

Conozca que mezcla de cationes son compatibles en disolución en función del pH del medio

Conozca las técnicas analíticas de determinación de la estructura de los hidrogeles y de la determinación de metales pesados en soluciones acuosas

4.2.- Objetivos de habilidades y destrezas

Tenga habilidad en las técnicas a manejar en el proceso de síntesis de hidrogeles , tales como destilación, dosificación, procesos reactivos, extracción, secado

Tenga habilidad para manipular los hidrogeles sintetizados

Tenga destreza en la preparación de disoluciones de cationes en medios de diferente pH

Tenga habilidad de manipulación de los diferentes equipos analíticos a utilizar

4.3.- Objetivos de actitudes

Proponer diferentes monómeros para sintetizar nuevos hidrogeles

Proponer la concentración de comonómeros para obtener un abanico de hidrogeles que permitan determinar la composición idónea de obtención de buenos resultados

Definir los parámetros de utilización de los diferentes equipos analíticos

Redactar informes sobre los resultados obtenidos

5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Los contenidos de los distintos trabajos a realizar se estructuraran como se expone seguidamente:

Bloque 1. Definición y motivación de la actividad de investigación objeto del trabajo

· Conocimiento detallado de la problemática de contaminación originada por los vertidos de aguas residuales industriales y de actividad minera.

· Exposición de la toxicidad de los mismos para los seres vivos.

· Conocimiento de la estructura química de los hidrogeles y de sus métodos de síntesis

· Descripción de la capacidad de los hidrogeles de retener los cationes de metales pesados

Bloque 2. Diseño de la metodología del plan de trabajo para la resolución del problema. Diseño del



grupo de hidrogeles para realizar los ensayos

- Definición de las etapas secuenciales a seguir.
- Propuesta de la composición de las disoluciones sobre las que se van a hacer los ensayos
- Diseño de las características que ha de poseer los diferentes hidrogeles
- Selección de los comonomeros y concentraciones molares para sintetizar los geles diseñados en la etapa anterior

Bloque 3. Análisis de los resultados y rediseño del bloque 3 si fuese necesario

- o Evaluación de los resultados obtenidos con el plan de trabajo trazado.
 - o Establecer el intervalo de validez de los resultados obtenidos de acuerdo con la legislación vigente.
- Propuesta de rediseño de la composición de los hidrogeles si los resultados obtenidos no cumplen las expectativas previstas.

6.EQUIPO DOCENTE

Véase Colaboradores docentes.

7.METODOLOGÍA

El plan diseñado para la realización satisfactoria de este trabajo de máster incluye básicamente dos etapas que serán evaluadas independientemente.

- *Etapas de aprendizaje.*
 - Asimilación del problema a resolver y pasos a seguir para ello.
 - Conocimiento de la estructura de los hidrogeles y de la relación existente entre ésta y sus de propiedades.
 - Aprendizaje básico de uso de las herramientas analíticas que se utilizarán posteriormente en el periodo de ejecución
- *Etapas de ejecución.*
 - Selección de comonomeros y preparación de los hidrogeles
 - Determinación de la estructura de los hidrogeles
 - Cálculo de la capacidad de retención de metales pesados
 - Recuperación de los hidrogeles utilizados

Desde el inicio del proyecto se animará al estudiante a que conozca los recursos bibliográficos disponibles en Biblioteca de la UNED, sobre todo de utilización de revistas especializadas accesibles en formato electrónico. Esta práctica ha de entenderse en su doble vertiente: indicar la documentación propiamente dicha a la que se puede acceder y el procedimiento a seguir para llevar a cabo un trabajo eficiente en el proceso de obtención de dicha documentación.

8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

La bibliografía básica para este trabajo serán apuntes elaborados y material proporcionado por el equipo docente del proyecto. En él se recogen:

- Introducción al tema y situación del estado del arte.
- Fundamento de las tecnologías analíticas a utilizar
- Manuales de usuario de los equipos a utilizar en el desarrollo del proyecto: pHímetro, absorción atómica, análisis



térmico.

- Instrucciones de seguridad en el trabajo en laboratorios químicos

9. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

*Recomendación de la lectura de artículos relacionados con el proyecto publicados en revistas especializadas.

* Búsqueda bibliográfica realizada por el estudiante en artículos originales

10. RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

La realización de este trabajo no requiere el uso de otros recursos suplementarios a los disponibles en el laboratorio de Química de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED, ya que está dotada de toda la infraestructura necesaria para desarrollar el proyecto

11. TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

La tutorización y el seguimiento de los aprendizajes se realizarán a través del curso virtual. Asimismo la prueba correspondiente a la terminación del bloque 1 se hará utilizando esta plataforma. También se pueden realizar consultas a los profesores de la asignatura personalmente, por correo electrónico o por teléfono en el siguiente horario: D^a. M^a Rosa Gómez Antón

El horario de guardia pasa a ser los lunes e 10:00 a 14:00 horas.

Dpto. de Química Aplicada a la Ingeniería, ETS de Ingenieros Industriales, despacho 21.03

Tel.: 91 398 64 97

Correo electrónico: rgomez@ind.uned.es

Además de estos medios de tutorización a distancia, se podrá realizar alguna videoconferencia cuando sea provechosa para los estudiantes. El periodo de mayor interacción entre profesor y estudiante se prevé durante la segunda y tercera etapa del trabajo

12. EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

La evaluación del progreso del estudiante se realizará mediante los siguientes elementos:

- Una prueba de evaluación a la finalización de la Etapa Aprendizaje,
- Trabajo de investigación realizado y convenientemente recogido en el correspondiente informe final.
- Defensa oral del trabajo de investigación. La defensa oral se podrá realizar de forma presencial o por videoconferencia.

La calificación final de la asignatura dependerá de las calificaciones obtenidas en los elementos de evaluación, y su ponderación a la nota final es la siguiente:

- Prueba de evaluación al final de la Etapa de Aprendizaje (20%)
- Informe final del trabajo de investigación realizado (50%)
- Defensa oral del trabajo de investigación realizado (30%)

Aparte de los criterios objetivos a los que debe responder todo informe final escrito y exposición oral final relativos a un trabajo de investigación en áreas científico-tecnológicas, se tendrá también en cuenta el grado de eficiencia del estudiante en la obtención de documentación relativa al tema y a su aplicación para el trabajo en cuestión.

13. COLABORADORES DOCENTES



Véase equipo docente.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



5D0677068A4FE1E310675F67AEC0C3F7