



Projectes de fi de carrera

Titulació:

Enginyeria Química

194 Álvarez Arpal, José Antonio***Compuestos estequiométricos del ácido poli(y-glutámico) con tensioactivos catiónicos*****Director:** García Álvarez, Montserrat**Departament:** Enginyeria Química**Resum:**

El proyecto realizado consistió en la síntesis y caracterización de una serie de complejos polielectrolito-tensioactivo obtenidos a partir del ácido poli(y-glutámico) de configuración enantiomérica DL (PG(DL)GA), con diferentes bromuros de n-alquiltrimetilamonio (nATMABr). Los tensioactivos escogidos presentan una cadena alquílica par de 12 hasta 22 carbonos. La síntesis de estos complejos se realiza con relativa facilidad a partir de cantidades estequiométricas de Na-PG(DL)GA y las diferentes sales de nATMA-Br. El proceso transcurre espontáneamente por atracción electrostática. La composición de los complejos ácido poli(y-glutámico)-n-alquiltrimetilamonio (nATMA-PG(DL)GA) obtenidos es cercana a la estequiométrica. Los compuestos estudiados forman estructuras bifásicas en el estado sólido. Las cadenas polipeptídicas se disponen en estratos separados a su vez por cadenas laterales de tensioactivo en conformación extendida, también estratificadas. Se comprueba una dependencia lineal entre el número de carbono de la cadena alquílica lateral y la periodicidad lamelar (LO) de los complejos. Este mismo comportamiento lo presentan los análogos homopolímeros de conformación D, así como para los ésteres alquílicos del ácido poli(y-glutámico). La fusión de las cadenas laterales provoca una contracción de la estructura, efecto contrario al mostrado por los homopolímeros enantioméricamente puros D análogos a la serie estudiada. Los resultados obtenidos revelan que las cadenas polipeptídicas de los nATMA-PG(DL)GA no tienden a adoptar una conformación helicoidal como la que presentan el políacido y sus ésteres.

195 Arias Becerro, José Adolfo***Puesta en funcionamiento de una nueva planta semiautomática de envasado de resinas. Detección de problemas y proyecto de soluciones*****Director:** Bou Serra, Jordi**Departament:** Enginyeria Química**Resum:**

En este proyecto se realiza el estudio del envasado de sustancias químicas y de los sistemas de envasado utilizados actualmente, tratando de dar una visión global de la amplia gama de sistemas para envasar sustancias químicas que existen en el mercado y su evolución histórica a lo largo de los años. Por otro lado, también muestra la influencia cada vez más determinante de la automatización de los procesos y de las mejoras que se pueden obtener con una buena automatización. También se realiza la descripción detallada de una nueva planta de envasado de resina, teniendo en cuenta todos los aspectos determinantes del proceso y equipos implicados en el funcionamiento de la planta. Una vez descrita la planta se define como se lleva a cabo el proceso de puesta en marcha de la nueva planta, así como los problemas derivados de la puesta en funcionamiento. Finalmente, se analizan algunos puntos de mejora del funcionamiento de la planta y, se estudia la posible implantación de nuevo de sistema de vaciado de tuberías en la planta, analizando la instalación, funcionamiento y beneficios de este nuevo sistema de limpieza de tuberías.

196 Bañeres Sorinas, Manuel***Estudio de alternativas en el reciclaje de baterías de plomo fuera de uso*****Director:** Cortina Pallás, José Luis**Departament:** Enginyeria Química**Resum:**

La batería de plomo es desde hace más de un siglo el sistema establecido para almacenar y suministrar la energía eléctrica que consumen los automóviles. Por otro lado, el espectacular crecimiento que el parque automovilístico mundial está protagonizando en los últimos años, está propiciando que la generación de vehículos fuera de uso y de todos los residuos vinculados a éstos, aumente también considerablemente. La batería de plomo es uno de los residuos catalogados como especiales que acompañan irremediabilmente a un vehículo fuera de uso. Además, la batería de un automóvil se reemplaza por otra nueva cada tres o cuatro años.

Estos factores conducen a que la generación de baterías de plomo fuera de uso alcance valores muy elevados y en continuo crecimiento en todo el mundo (por ejemplo en Estados Unidos se generan unos 75 millones al año) Casi tres cuartas partes del peso de una batería de plomo fuera de uso están conformadas por residuos de plomo y plomo metálico, materiales altamente tóxicos. Los efectos que estos residuos especiales pueden

tener sobre el medio ambiente son nefastos, además de ser muy nocivos para la salud humana (según los historiadores, el uso de plomo en la fabricación de utensilios durante el Imperio Romano deterioró la inteligencia de sus gentes, convirtiéndose en una de las claves de la caída del Imperio) El resto de materiales que componen una batería de plomo fuera de uso son, fundamentalmente, ácido sulfúrico diluido y plásticos, residuos también muy peligrosos para el medio ambiente. Por tanto, la buena gestión de la gran cantidad de baterías usadas que se generan a diario en todo el mundo es una auténtica necesidad en la sociedad actual.

Dicha gestión implica a fabricantes, usuarios, organismos gubernamentales, entidades relacionadas con la recogida y el almacenamiento de estos residuos y, por último, a las empresas que finalmente se encargan su reciclaje.

El proyecto tiene como objetivo analizar la problemática del reciclaje de baterías de plomo fuera de uso mediante un estudio crítico de los métodos vigentes de gestión del residuo, tanto en lo que afecta a su recogida y transporte como en lo referente a los procesos destinados propiamente a su reciclaje, evaluando la validez de alternativas ecológicas como los procesos hidrometalúrgicos o la recuperación del ácido.

La finalidad del proyecto es la de proveer de un estudio crítico y actual sobre el reciclaje de baterías a empresas gestoras y organismos medioambientales.

197 Caballero Bravo, Alberto

Estudio de la recuperación de CO₂ en los gases de la combustión de gas natural

Director: Fernández Santín, José M.

Departament: Enginyeria Química

Resum:

Una gran parte del CO₂ licuado que se produce se hace a partir de la recuperación de éste de los gases de combustión. Por otra parte, en estos tiempos donde las emisiones de gases contaminantes tienen tanta importancia, se está intentado poner solución con la utilización de sistemas energéticos alternativos y de combustión más eficiente. Entre estas se quiere impulsar la utilización del gas natural como carburante más limpio y la instalación de plantas de cogeneración para aumentar la eficiencia en la transformación de energía. Podría ser interesante para las empresas que están emitiendo este contaminante recuperarlo para obtener beneficios por su posterior reutilización.

En el proyecto se evalúa la posibilidad de recuperar el CO₂ de los gases de combustión de una planta de cogeneración que está dando servicio a otra empresa.

Para ello se estudia las alternativas existentes en los procesos comerciales para la captación del CO₂ de los gases de combustión, llegándose a la conclusión de que la alternativa más adecuada para las características del proyecto es el proceso de absorción química con aminas.

Se prosigue la evaluación con un diseño preliminar de una planta de recuperación de donde se podrá hacer un estudio de la inversión y del coste productivo. Tras analizar las aplicaciones comerciales se concluye que el CO₂ producido es preferible en su forma líquida y de pureza adecuada para el uso alimentario. Aún así la rentabilidad del proyecto dependerá del coste del vapor necesario para la recuperación de la aminas y del precio del CO₂ en el mercado de los gases licuados.

198 Camps Hernán-Pérez, Silvia; Sans Solé, Jordi

Hidrogenació d'oli en condicions supercrítiques: estudi cinètic i disseny de la planta industrial

Director: Recasens Baxarias, Francesc

Departament: Enginyeria Química

Resum:

L'objectiu d'aquest projecte ha estat realitzar un estudi del procés d'hidrogenació d'oli de gira-sol utilitzant un fluid supercrític com a solvent. S'ha intentat trobar les condicions òptimes per minimitzar el percentatge d'àcid gras trans del producte tenint en compte les restriccions que imposarà la llei sobre els greixos hidrogenats. Aquest projecte té dues parts ben diferenciades:

- 1- Part experimental i estudi de la cinètica del procés d'hidrogenació d'oli de gira-sol amb solvent supercrític.
- 2- Simulació i disseny d'una planta d'hidrogenació d'oli amb solvent supercrític a nivell industrial amb capacitat de 1000 tones l'any.

Pel que fa la primera part, la modelització cinètica del procés s'ha realitzat a partir dels resultats obtinguts experimentalment a la planta pilot d'hidrogenació del laboratori del departament d'Enginyeria Química de la ETSEIB.

Respecte la segona part, la simulació del procés (especialment la del reactor) s'ha efectuat en base a les dades proporcionades per la bibliografia i amb l'ajuda del simulador comercial Hysys.

Després d'analitzar els resultats obtinguts s'arriba a la conclusió que el procés d'hidrogenació supercrític presenta avantatges importants respecte al convencional. Per exemple, el fluid supercrític és reutilitzable i per

tant evita emissions contaminants, sent d'aquesta manera el procés proposat recomanable des del punt de vista ecològic. A més a més pel que fa referència al percentatge d'àcid elàidic (trans) dins el producte final és menor en el cas supercrític.

Finalment, després de fer un estudi econòmic de la planta industrial d'hidrogenació supercrítica queda demostrada també la viabilitat econòmica del procés.

199 Collet González, Ambrós

Nuevas poliesteramidas biodegradables derivadas de ácido glicólico y aminoácidos con aplicación en biomedicina

Director: Rodríguez Galán, Rafael Alfonso

Departament: Enginyeria Química

Resum:

El objetivo general del presente proyecto es la síntesis y caracterización de una nueva familia de poliesteramidas derivadas de ácido glicólico y tres aminoácidos: 6-aminohexanoico, 11- aminoundecanoico y 12-aminododecanoico.

El método seleccionado para su preparación consiste en una adaptación de la polimerización en estado sólido descrita por Kekulé y actualizada posteriormente por Epple de las sales de los dímeros formados por ácido glicólico y cada uno de los aminoácidos, mediante la eliminación del haluro metálico correspondiente. Una vez sintetizados los polímeros, se ha procedido al estudio de características relacionadas con su estructura química así como de sus características físicas.

Para estudiar la estructura química se ha realizado un análisis exhaustivo por resonancia magnética nuclear (tanto de protón como de carbono) y por espectroscopía de infrarrojos, permitiendo evaluar con precisión la estructura química de los polímeros obtenidos.

Dentro de las propiedades físicas se ha prestado especial atención a aquellas que pueden determinar la aplicabilidad de estos polímeros, como son su comportamiento térmico (por ejemplo, punto de fusión, temperatura de transición vítrea, degradación térmica, comportamiento en la cristalización...) y su comportamiento mecánico (elasticidad, resistencia...).

Del estudio realizado se ha deducido que un mayor contenido en unidades metilénicas disminuye las transiciones térmicas (temperatura de fusión y de transición vítrea) y aumenta la flexibilidad del material, con pequeñas diferencias en la rigidez. En este mismo apartado también se ha hecho énfasis en la viscosidad, ya que es un indicativo de su peso molecular.

Los estudios realizados muestran que mediante el procedimiento antes citado los polímeros se obtienen con elevadas viscosidades y por tanto con pesos moleculares considerables.

Finalmente, los estudios de degradación hidrolítica mostraron que estas sustancias se degradan con facilidad, siendo la temperatura un factor importante para acelerar el proceso. En la degradación enzimática se observó que la lipasa de *Pseudomonas Cepacia* no tenía la capacidad de romper los enlaces del esqueleto polimérico, pero sí la tenía la proteinasa K.

Puede concluirse que, en general, el aumento del contenido en unidades metilénicas retarda la degradación de estos materiales.

200 Colomer Alier, Alba

Estudi de nous elèctrodes selectius d'ions de nitrat i potassi per aplicacions en continu

Director: García Raurich, Josep

Departament: Enginyeria Química

Resum:

L'evolució i desenvolupament de l'agricultura, així com la necessitat d'un augment de la producció agrària, ens porta a la necessitat de aplicar cada cop més tant en la agricultura extensiva com intensiva mètodes de cultiu que no depenguin exclusivament del terreny de la zona. Per això cada cop més es desenvolupen els cultius hidropònics en hivernacles per tal de controlar la concentració dels nutrients en les plantes. Per tal de garantir mesures ràpides, contínues, selectives i "in-situ", es necessari l'ús de sensors per tal de tenir controlat el procés global de fertilització.

Aquest projecte desenvolupa una part dels sensors que poden tenir una aplicació eficaç en el control dels cultius hidrònics. Per això s'ha treballat amb uns sensors de reduït tamany, fàcil utilització, cost equilibrat i possibilitat de treballar en continu. Els dos elèctrodes estudiats en aquest projecte corresponen un a l'anió de nitrat i l'altre al catió de potassi. En el laboratori s'han portat a terme estudi referents al temps de curat, condicionament, intervals i límit de detecció, influència de l'agitació, i influència del pH del medi i de les possibles interferències degut a altres ions. Bàsicament, les conclusions que son comuns pels dos elèctrodes són que es necessari un mínim de dos dies de curat, que la solució estigui en agitació. L'elèctrode de potassi

necessita un temps de activació amb una solució de l'io a detectar. L'elèctrode de nitrat té un temps d'activació més immediat.

201 Cuadros Domènech, Sara

Influència dels processos d'engreix en la formació de Cr(VI) de la pell

Director: Marsal Monge, Agustí

Departament: Enginyeria Química

Resum:

Una de les problemàtiques més importants en el sector del curtits és la presència de crom (VI) en el producte acabat. Això és degut a que en el 90% de la producció de curtits s'utilitzen les sals de crom (III) com a agent curtient. Un cop la pell està acabada, diferents factors poden fer que aquest Cr(III) s'oxidi a Cr(VI) al llarg de la seva vida útil. Això pot suposar un greu problema ja que es classifica el crom (VI) com un producte altament tòxic, de caràcter cancerigen. El contingut de Cr(VI) a la pell és un dels paràmetres ecotoxicològics present en les diferents normes o ecoetiquetes que existeixen.

El present treball està inclòs dins un projecte europeu amb participants de 3 països diferents (Espanya, Itàlia i Alemanya) en el que es pretenen modificar alguns passos dels processos de teneria per tal de prevenir la formació de Cr(VI). L'etapa que estudia el present projecte de final de carrera és la d'engreix, que és l'aplicació de productes engreixants a la pell amb la finalitat d'obtenir un producte de tacte i estructura molt més suau i tova.

En una primera part del treball, es defineix el procés d'adoberia de la pell, fent una explicació molt més detallada de l'etapa d'engreix.

En la part experimental es veu com influeixen els engreixos en la formació de crom (VI), aplicant la fórmula triada i posteriorment fent la determinació de crom amb el mètode oficial (IUC18). Es comparen diferents característiques dels olis i greixos i es veu com afecten aquestes propietats en la formació de crom (VI), ja que aquests actuen de distinta manera depenent de diferents paràmetres; l'índex de iode, l'origen, la quantitat aplicada, la seva naturalesa,...Els estudis desenvolupats han confirmat que hi ha uns determinats olis que afavoreixen clarament l'aparició de crom en l'estat màxim d'oxidació, com són, sobretot, els olis amb major presència de dobles enllaços. Aquests engreixos presenten un alt grau d'insaturació que els fa fortament oxidants. Altres característiques com una major aplicació d'engreix o un procés sense eliminació prèvia del greix natural de la pell, abans de realitzar la curció afavoreixen també la formació de crom (VI) en el producte acabat.

En una segona etapa, es verifica que l'aplicació de productes amb característiques antioxidants (extracte de tara, vitamina E, antioxidants fenòlics i amínics, vitamina C) al procés de curció poden evitar que el crom (III) present a la pell es transformi en l'estat del metall no desitjat.

202 Fernández Font, Laura

Distribució d'elements traça en sòls de la Catalunya Central

Director: Pablo Ribas, Joan de

Departament: Enginyeria Química

Resum:

El present document constitueix la memòria del projecte de final de carrera que porta per títol "Distribució d'elements traça en sòls de la Catalunya Central". Aquest projecte es centra en els elements traça presents en el sòl. S'han determinat els valors de concentració de divuit elements traça d'origen natural presents al sòl: Sb, As, Ba, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, V, Tl, U, Sn i Be. Per tal de determinar aquests valors s'han desenvolupat cinc campanyes de mostreig en punts representatius de la Catalunya Central i a continuació s'ha fet un posterior anàlisi experimental al laboratori del Centre Tecnològic de Manresa. Un cop fets aquests anàlisis s'ha realitzat una distribució de les concentracions d'aquests divuit elements traça en quatre comarques de la geografia catalana: Bages, Anoia, Berguedà i Osona. Aquests valors s'han comparat amb dades bibliogràfiques de valors de concentració mitjans mundials per a cada element estudiat, amb valors d'intervenció de sòls holandesos i amb els valors dels Criteris Provisionals de Qualitat del Sòl de Catalunya. Una altra part del projecte es basa en el procediment d'extracció seqüencial per tal de quantificar el contingut d'elements traça presents a les diferents fases del sòl. Aquest procediment no solament és molt útil per determinar el grau d'associació dels elements traça en el sòl i en quin grau aquests poden ser remobilitzats cap al medi, sinó que també pot ser molt útil per distingir aquells elements amb un origen litogènic i aquells amb un origen antropogènic. Els elements amb un origen antropogènic s'obtenen majoritàriament en les primeres etapes d'extracció, mentre que en l'última etapa del procediment s'obté la fracció residual que correspon als elements amb origen litogènic. De les mostres de sòl s'han analitzat els següents paràmetres: color, pH, humitat, matèria orgànica i la concentració d'elements traça.

Els resultats obtinguts d'aquests paràmetres es poden considerar dins la normalitat un cop comparats amb les dades bibliogràfiques. La matèria orgànica ha resultat força elevada degut a la rica vegetació que posseeixen els sòls de la Catalunya Central. La resta de paràmetres analitzats han donat valors que poden considerar-se normals.

203 Gámez Galindo, Andrés Sergio

Estudio de la degradación de suturas bioabsorbibles monofilamento

Director: Rodríguez Galán, Rafael Alfonso

Departament: Enginyeria Química

Resum:

Se han estudiado y comparado las características de una serie de suturas quirúrgicas comerciales con el objetivo de familiarizarse con el comportamiento de estos biomateriales.

Las características químicas estudiadas han sido: la composición, determinada por Resonancia Magnética Nuclear, los tamaños moleculares mediante GPC, y la solubilidad en una serie de solventes. Posteriormente, se han determinado las propiedades térmicas y mecánicas.

Los resultados obtenidos permiten relacionar los valores hallados con la estructura química y física de cada sutura. Posteriormente, se ha efectuado un estudio detallado de la degradación hidrolítica de la sutura Monosyn®, una sutura comercial a base de glicólico, ϵ -caprolactona y carbonato de trimetileno. Los parámetros medidos a lo largo del proceso de degradación han sido: la pérdida de peso, cambios de composición, variación de propiedades térmicas (temperaturas de fusión, cristalización y transición vítrea, entalpías de fusión y cristalización), cristalinidad, temperaturas de descomposición, y propiedades mecánicas (módulo en la zona lineal, deformación máxima, tensión máxima, fuerza máxima y resistencia a la tracción en el nudo). Asimismo, se ha determinado la variación del diámetro del hilo y se han tomado imágenes de microscopía óptica y electrónica que muestran los cambios morfológicos del hilo durante su degradación.

Los datos hallados han permitido un conocimiento preciso del proceso de degradación. A título de ejemplo se puede citar que de los tres componentes del hilo, el ácido glicólico es el más susceptible a la degradación. Se ha confirmado que en estos copolímeros también se cumple que la cristalinidad aumenta durante las primeras fases de la degradación. Un aspecto interesante que ha revelado el estudio microscópico de las muestras degradadas es la formación de escamas en la fase inicial del proceso. También se ha verificado que la ruptura final del hilo va acompañada de la formación de unas secciones en forma de disco. Uno de los controles de calidad que deben pasar las suturas bioabsorbibles se efectúa con un trozo de hilo anudado en su parte central. Esta muestra debe superar un determinado valor de resistencia mecánica tras ser sometido previamente a un periodo de hidrólisis a 37 °C. Se han estudiado varias condiciones de hidrólisis, más rigurosas que las utilizadas en la actualidad, que permiten acortar el tiempo de realización de este control de calidad. El aumento de la temperatura hasta 42 ó 50 °C es el medio más simple de acelerar el proceso previo de degradación. Se ha efectuado la síntesis, por apertura de anillo, de una serie de copolímeros derivados del ácido láctico, ϵ -caprolactona y carbonato de trimetileno. A estos polímeros se ha incorporado Triclosan, un compuesto con actividad antimicrobiana. Se ha puesto a punto un método de detección y cuantificación por HPLC del Triclosan liberado por las anteriores matrices poliméricas. Se encontró que la composición del copolímero influye notablemente en el periodo de liberación del Triclosan.

204 Gestí Garcia, Sebastià

Estudio estructural de poliésteres derivados de 1,4-butanodiol o 1,6-hexanodiol y ácidos dicarboxílicos alifáticos

Director: Puiggali Bellalta, Jordi

Departament: Enginyeria Química

Resum:

Se han estudiado las estructuras cristalinas de los poliésteres alifáticos derivados del 1,4-butanodiol y el 1,6-hexanodiol y los ácidos subérico y dodecanoico (PE(4,8), PE(4,12), PE(6,8) y PE(6,12)) mediante las técnicas de difracción de rayos X y difracción de electrones.

Los citados polímeros adoptan una conformación prácticamente extendida y cristalizan en celdas unidad ortorrómbicas que contienen cuatro segmentos moleculares. Este rasgo contrasta con las celdas unidad más pequeñas propuestas hasta el momento para otros poli(alquilendicarboxilatos) que también adoptan una conformación extendida. Asimismo, se encontraron evidencias de una segunda estructura cristalina no ortorrómbica para el derivado del 1,6-hexanodiol y el ácido subérico. Para los cuatro poliésteres se prepararon cristales lamelares a partir de cristalizaciones isotérmicas de disoluciones diluidas en 1-hexanol o 1-heptanol. La morfología básica de los cristales obtenidos corresponde a rombos ("lozenge-shaped") truncados, obteniéndose monocristales, apilamientos en terrazas y cristales con dislocaciones helicoidales levógiras (L) y

dextrógiras (D). Las técnicas de decoración con polietileno demuestran que existe una sectorización de los cristales y un plegamiento regular de las cadenas moleculares según las direcciones cristalográficas [100] y [120], organizándose en seis sectores. Se realizaron cristalizaciones epitaxialmente orientadas utilizando diversos sustratos. Mediante la difracción de electrones se deduce que los cristales del PE(4,12) y PE(6,12) obtenidos mediante la cristalización epitaxial sobre ácido benzoico se orientan de forma que el eje b de la celdilla coincide con la dirección de crecimiento presente del sustrato, inducida por un gradiente térmico. Resultados similares se han obtenido utilizando teflón (PE(4,12)) e hidroquinona (PE(6,12)) como sustrato. La cristalización desde el fundido da lugar a esferulitas con una birrefringencia negativa y una textura del fibrilar. Mediante diagramas de difracción de electrones correspondientes a films esferulíticos se deduce que el crecimiento esferulítico coincide con el eje cristalográfico a. La evaporación de una disolución concentrada (5mg/mL) del PE(6,12) en xileno da lugar a esferulitas que presentan normalmente una apariencia fibrilar. Destaca, sin embargo, que en muestras ultrafinas las esferulitas están claramente compuestas por monocristales. Éstos se disponen en la cara de crecimiento (010) paralela al radio de la esferulita tal y como se desprende de las observaciones a altas magnificaciones.

Con el objetivo de determinar las principales características del empaquetamiento se ha llevado a cabo la simulación molecular. El PE(4,12) cristaliza en una red ortorrómbica con parámetros $a = 5,06 \text{ \AA}$, $b = 14,56 \text{ \AA}$, $c = 22,2 \text{ \AA}$ y simetría del grupo espacial P11b. De los estudios de simulación del diagrama de electrones y rayos X se ha podido deducir la orientación azimutal y el desplazamiento relativo según de la cadena molecular de las moléculas que contiene la celdilla unitaria. Dicho estudio también se ha llevado a cabo para el PE(6,12). A diferencia del PE(4,12), este poliéster presenta una estructura con una mayor simetría al cristalizar en una red ortorrómbica con simetría del grupo espacial P21ab. Los parámetros de malla son $a = 5,08 \text{ \AA}$, $b = 14,80 \text{ \AA}$ y $c = 24,7 \text{ \AA}$.

205 Gil García, Beatriz; González Pacilio, Magdalena

Evaluación de materiales reactivos en la eliminación de sulfatos de aguas ácidas de minas. Aplicación a barreras reactivas permeables

Director: Cortina Pallás, José Luis

Departament: Enginyeria Química

Resum:

En el presente proyecto se estudia la eliminación de sulfatos de aguas ácidas de minas mediante barreras reactivas permeables. Se proponen dos medios de eliminación: vía biológica y vía química. En ambos, el modo de aplicación es la granulación de los reactivos (BaCO_3 y lactato de magnesio) y su posterior encapsulación con diferentes polímeros. Para la elección de estos polímeros se ha tomado como referencia, realizándose un estudio previo, el recubrimiento de algunos fertilizantes comerciales de liberación controlada (Osmocote, Basacote). Los resultados obtenidos por la vía biológica (reducción de sulfatos a sulfuros mediante bacterias sulfatoreductoras) no son los esperados debido a problemas con la encapsulación del reactivo y su correcta liberación. En cambio, en la vía química (eliminación del sulfato mediante precipitación de BaSO_4 utilizando BaCO_3 como reactivo) los resultados son esperanzadores ya que se han obtenido tasas de eliminación de hasta el 80%.

206 Guerrero Teruel, Marta

Disseny sanitari en la indústria alimentària

Director: Riera Valls, Enric

Departament: Enginyeria Química

Resum:

La producció d'aliments s'ha incrementat a una velocitat sense precedents en els últims temps; des dels anys seixanta fins als nostres dies, la proporció de persones amb fam al món desenvolupat s'ha reduït des del 50% fins al 20%, és a dir que avui en dia encara segueixen passant gana més de 790 milions de persones en el món desenvolupat. Aquesta disminució de la fam s'ha pogut aconseguir gràcies no només a les millores tecnològiques sinó també a l'elevat control higiènic per tal d'impedir les alteracions en els productes alimentaris durant la producció, preparació i distribució d'aquests. L'origen de les alteracions en els aliments està provocat per:

- la presència de contaminants físics, químics o microbiològics que es troben en l'entorn més immediat al producte alimentari,
- la multiplicació de microorganismes per falta de control de les condicions ambientals o bé,
- per una eliminació i/o destrucció insuficient dels organismes patògens.

En conseqüència, és important tenir un coneixement exhaustiu de tots els requisits higiènics que s'han de complir en l'elaboració, manipulació i distribució dels aliments per tal d'actuar i preveure sobre les possibles

alteracions que al llarg d'una cadena de producció pot presentar un aliment. Un disseny sanitari adient en qualsevol tipus de construcció, instal·lació o equip en contacte directa o indirecta amb els aliments és una condició prèvia per poder garantir la producció higiènica i per impedir les alteracions en els aliments.

La raó d'aquest projecte és facilitar la recerca de les condicions de disseny dels elements que puguin afectar la inocuitat dels aliments, basant-nos en reglamentacions, normatives nacionals i internacionals i altres documents amb fonament tècnic. Les empreses alimentàries i de begudes constitueixen un dels sectors industrials més importants tant a Catalunya com a Espanya i per tant aquest projecte pot ser molt útil com a font d'informació en disseny sanitari dels elements més significatius.

207 Guri Segon, Lambert

Instal·lació d'un equip portàtil de neteja in situ per una planta d'envasat de detergents

Director: Bou Serra, Jordi

Departament: Enginyeria Química

Resum:

El projecte ha tractat, la instal·lació d'un sistema portàtil de neteja en una envasadora de detergent. Primerament, s'ha descrit breument l'evolució tecnològica en la creació de tensioactius sintètics. Un cop descrites les propietats de les diferents classes de tensioactius, s'observa el funcionament i les variables en que es veu influenciat un desinfectant, d'aquesta manera es pot tenir una base teòrica dels diferents compostos químics que hi intervenen. Després de comentar els compostos que intervenen en aquest projecte, es fa una breu descripció dels diferents mètodes d'envasat i de desinfecció que existeixen. També es descriurà el sistema d'envasat en concret de la planta i el seu sistema de neteja actual. Amb aquesta informació prèvia, s'exposaran diferents possibilitats de sistemes de neteja portàtils, dels qual s'escollirà el sistema més senzill i de millor adaptació a la planta.

Per efectuar la tria del sistema s'han mostrat una sèrie de càlculs per tal de veure el volum requerit pels equips, el temps de neteja i comprovar la seva eficàcia. La base de l'estudi ha estat tractar l'envasadora com un reactor tubular i així mitjançant la reacció cinètica de desinfecció s'ha pogut calcular el temps necessari per efectuar una desinfecció considerant en tot moment que aquest procés és en estat transitori. Un cop sabent els volums i els requisits de cada instrument del sistema, es durà a terme l'elecció del sistema que s'ajusta més a les necessitats específiques de les envasadores en estudi.

Alhora d'escollir el sistema de neteja, es proposa un sistema de treball per dur a terme la tasca de la neteja, es a dir s'explicaran com han de ser les connexions entre el sistema de neteja i l'envasadora i quins passos s'han de seguir per dur a terme aquest procés.

Finalment s'exposarà el cost econòmic i l'impacte ambiental de l'equip a instal·lar.

Quant a la problemàtica ambiental, s'observa que les concentracions de tensioactius després d'una neteja són massa elevats per ésser abocades a la conca fluvial d'un riu pres com a exemple. Per això serà necessari un tractament de les aigües residuals per tal de disminuir les seves concentracions en tensioactius i aigua oxigenada.

208 Lindo Atichati, David

Projecte de construcció de l'EDAR de Nuñomoral (Las Hurdes, Càceres)

Director: Saperas Plana, Núria

Departament: Enginyeria Química

Resum:

El projecte de construcció de l'EDAR de Nuñomoral parteix de dos objectius clars. El primer objectiu és definir i valorar les obres d'infraestructura de sanejament i depuració, mitjançant un sistema compacte, de les aigües residuals urbanes de Nuñomoral, un dels sis municipis de la Mancomunitat que constitueix Las Hurdes. Degut a la gran similitud tant orogràfica com demogràfica dels sis municipis de Las Hurdes, aquest projecte també es marca l'objectiu de ser una guia a seguir per a la construcció de xarxa de depuradores que la zona necessita.

La metodologia que s'ha aplicat en aquest projecte contempla un profund estudi de la literatura especialitzada en el tema, una recopilació de la informació de població, un inventari d'infraestructura de sanejament i abocaments, un reconeixement geològic, l'estudi del marc legal espanyol i extremeny referent a aigües residuals urbanes, i finalment l'anàlisi de les alternatives.

Com a resultat d'aquest mètode previ, es projectarà una estació depuradora d'aigües residuals que es fonamenti en un procés biològic de fangs actius de doble etapa. Donat que al municipi d'estudi hi ha fortes oscil·lacions de cabal i càrrega en els períodes de baixa i alta ocupació poblacional, aquesta solució resulta idònia ja que permet, a l'etapa alta treballar amb la doble etapa, i a l'etapa baixa treballar amb la segona etapa del procés i així ajustar els consums i el funcionament a les necessitats reals. A més, la solució adoptada té un baix consum energètic, un baix cost de manteniment, un reduït volum de fangs produïts minimitza l'excavació

necessària per a la seva implantació i el seu impacte ambiental. En general el disseny d'una depuradora d'aigües residuals per a un petit nucli urbà dona bons resultats degut a que el residu d'origen domèstic està ben caracteritzat. L'únic gran problema que es planteja són les limitacions econòmiques i pressupostàries d'una petita comunitat que ha de complir amb les normatives d'abocament vigents.

209 Lleixà Calvet, Júlia

Fibres per electrospinning de poli(òxid d'etilè)-bloc-poli(ε-caprolactona) a partir de micel·les i polímer fós

Director: Möller, Martin

Departament: Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica

Resum:

La formació de micel·les és un exemple únic per aconseguir nanopartícules amb morfologies ben definides per auto-encaix (self-assembly). S'ha estudiat la formació de micel·les esquilades (crew-cut) de poli(òxid d'etilè)-b-poli(ε-caprolactona) en medi aquós a causa de les seves interessants propietats. La formació de micel·les ve possibilitada per la proporció dels blocs, fracció volúmica i amfifilicitat. Les dissolucions aquoses s'han preparat per addició de dissolvent selectiu i per diàlisi emprant tetrahidrofurà (THF) com a co-dissolvent per a formar agregats estables. Les dissolucions preparades per addició de dissolvent selectiu no s'han pogut observar adequadament per microscopia de força atòmica (MFA) perquè la dissolució cristal·litzava. Aquests cristalls s'han identificat en diverses dissolucions d'agregats per diferents velocitats d'addició i fracció volúmica de copolímers. Les dissolucions obtingudes per diàlisi s'han caracteritzat amb un mesurador de partícules i s'han observat al microscopi òptic. Les mides de les morfologies obtingudes al mesurador de partícules s'han confirmat al microscopi òptic i s'ha demostrat que a altes fraccions volúmiques hi ha més esferes i a baixes fraccions volúmiques més cilindres i agregats. L'electrospinning és un procés a través del qual es produeixen fibres de diàmetres micro i nanomètrics emprant un feix de dissolució o polímer fos dirigit electrostàticament. L'obtenció de fibres d'aquest tipus de micel·les pot suposar un bon mètode per incorporar polímers hidrofòbics (i per tant alguns medicaments) a dissolucions aquoses. S'ha procedit a intentar obtenir fibres per electrospinning amb les dissolucions d'agregats obtingudes pels dos mètodes (addició i diàlisi). Totes han resultat donar electrospaying. S'ha investigat la relació entre la formació de fibres dels copolímers fosos de PEO-b-PCL i la temperatura, el cabal d'injecció, i el voltatge. La morfologia de les fibres s'ha caracteritzat per microscopia electrònica de rastreig (SEM). En funció del conjunt de paràmetres s'han trobat àrees amb fibres d'excel·lent qualitat molt concentrades (sòlides, contínues, de diàmetre constant i sense defectes).

210 Lozano Carreño, Ana M^a; Rovira Peña, Teresa

Evaluación a escala laboratorio de procesos de eliminación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en suelos y aguas subterráneas: Integración de procesos de adsorción

Director: Cortina Pallás, José Luis

Departament: Enginyeria Química

Resum:

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) son componentes altamente tóxicos y cancerígenos. La combustión de combustibles fósiles es la principal fuente de emisiones de PAHs, así como de los vertidos de petróleo crudo o refinado. De aquí radica la importancia de tratar y eliminar, en la medida que sea posible, estos compuestos. Los PAHs son biodegradables, pero son necesarios largos períodos de tiempo, que podrían conllevar una propagación de la contaminación que llegarían a afectar a las aguas subterráneas perjudicando de esta manera el medio ambiente y la salud humana. Uno de los sistemas de tratamiento más efectivos para la recuperación de suelos y aguas subterráneas contaminados por PAHs son la instalación de barreras permeables reactivas (PRBs) en el subsuelo. Estas se rellenan con un material reactivo oxidante que transforme los contaminantes a productos inocuos o menos tóxicos, o bien con un material adsorbente que retenga los PAHs.

En este proyecto se pretende analizar y revisar a escala de laboratorio sistemas de tratamiento de adsorción con carbón activo y resina para poder simular la acción de las barreras. En el laboratorio se han realizado estudios de adsorción en Batch para poder determinar las isotermas de adsorción para cada material y para 6 PAHs diferentes (acenafteno, antraceno, fluoranteno, fluoreno, naftaleno y pireno). También se han realizado pruebas en continuo para determinar la cinética de adsorción para cada PAH (comparando con modelos matemáticos), y pruebas en columna para simular un escenario de circulación del contaminante a través del medio adsorbente. Finalmente se ha hecho un tratamiento de elución de las columnas para poder así regenerar el material adsorbente. Las conclusiones a las que se han llegado, es que el carbón activo es más efectivo que la resina para adsorber, pero la resina necesita menos tiempo para ello. Sin embargo, la resina en las eluciones mostró tener una capacidad de recuperación mucho mayor que la del carbón activo.

211 Luque Jiménez, Alejandro

Aplicación de la teoría de sistemas dinámicos al estudio cualitativo y cuantitativo de la evolución del ozono estratosférico y troposférico

Director: Pérez González, Juan Jesús; Villanueva Castelltort, Jordi

Departament: Enginyeria Química

Resum:

El presente trabajo consiste en el estudio de la evolución de los niveles de ozono en la estratosfera y en la troposfera mediante una metodología basada en la teoría de sistema dinámicos. Se elaboran las herramientas informáticas necesarias, prestando especial atención a las soluciones periódicas de los modelos matemáticos que describen el fenómeno.

El primer capítulo formal de la memoria (capítulo 3) introduce el contexto de la química atmosférica y en él se discute el papel que juega el ozono tanto en la troposfera como en la estratosfera. Por supuesto, se tratan también los procesos químicos y físicos que regulan el comportamiento de la atmósfera.

En el capítulo 4 se presentan modelos matemáticos que describen los dos tipos de contextos estudiados. En primer lugar se presenta el modelo estratosférico elaborado para considerar, además de la evolución de las sustancias, la absorción de radiación solar por parte de las especies fotoquímicas (como por ejemplo el ozono). También se presentan modelos simplificados de la química troposférica que han sido estudiados por distintos autores para su posterior análisis cuantitativo y cualitativo. Los fundamentos básicos de la teoría cualitativa de ecuaciones diferenciales no se presentan hasta el capítulo 5. Se indica cuándo el análisis lineal es suficiente para extraer conclusiones sobre la dinámica del sistema y se motiva la introducción de conceptos como variedades invariantes o las formas normales. Se finaliza el capítulo dando algunas nociones sobre el concepto de bifurcación y cuándo este fenómeno puede tener lugar.

En el capítulo 6 se describen las herramientas informáticas elaboradas para llevar a cabo el estudio. Se dedica atención a presentar los fundamentos en los que se basan las rutinas de manipulación algebraica.

El capítulo 7 se dedica íntegramente a la presentación de resultados y al análisis de los modelos, ilustrando cómo la teoría cualitativa es una herramienta muy importante para caracterizar el comportamiento de las soluciones. Debido al carácter multidisciplinar de este proyecto, se ha decidido incluir en diversos apéndices una discusión de los conceptos teóricos involucrados en el trabajo.

El apéndice A contiene una breve exposición de los conceptos de cinética química. Los apéndices B y C recogen un tratamiento más riguroso de algunos aspectos de la teoría de sistemas dinámicos. El apéndice D contiene la evaluación económica. En el apéndice E se discuten todos los métodos numéricos utilizados en este proyecto. Finalmente, el resto de apéndices incluyen los datos empíricos utilizados y algunos listados de ejemplo.

212 Mas de les Valls Ortiz, Elisabet

Simulación numérica de fenómenos de convección natural. Aplicación a un sistema solar termosifón para la obtención de agua caliente sanitaria

Director: Oliva Llena, Assensi

Departament: Màquines i Motors Tèrmics

Resum:

En el presente proyecto se pretende adquirir un dominio suficiente de los métodos numéricos en la transferencia de calor y dinámica de fluidos computacional (CFD) y, con ello, realizar un estudio en profundidad de la fenomenología de un sistema solar termosifón para la obtención de agua caliente sanitaria. Esto implica el estudio y desarrollo de las ecuaciones gobernantes que rigen el sistema y de los métodos numéricos necesarios para su resolución, la implementación de un código numérico personal y el manejo de un código CFD de propósito general.

El método numérico utilizado para las simulaciones es el de volúmenes finitos, con mallas desplazadas, estructuradas y ortogonales. El acoplamiento presión-velocidad se ha resuelto mediante el algoritmo numérico SIMPLEC. Para estudiar la fluidodinámica del termosifón se ha considerado un sistema bidimensional, cerrado y rectangular. Este sistema ha sido diseñado de modo que se pueda construir, en un futuro, un modelo experimental equivalente útil para estudios de validación y para la experimentación en general. Se ha realizado un estudio detallado de la aplicabilidad de la hipótesis de Boussinesq en el sistema dando resultados positivos para nuestro ámbito de trabajo. Se ha testado el sistema mediante tests incluidos en la ISO 9459, se han realizado estudios sobre el comportamiento del sistema a lo largo de un día con y sin válvula antirretorno y se ha evaluado la influencia de las condiciones de contorno. Los resultados han sido más que satisfactorios pero el tiempo de cómputo de las simulaciones es demasiado elevado como para que éstas sean viables para la evaluación y optimización de este tipo de sistemas. Para reducir el tiempo de cálculo se ha planteado la

utilización de la técnica de subdominios. El esquema de transferencia de información entre subdominios que comúnmente se utiliza se basa en la transferencia de flujos másicos pero no es eficaz en casos multiconectados, como es el sistema solar termosifón. Por ello, se ha planteado otro esquema de transferencia de información donde se intercambian las presiones. Este nuevo esquema ha resultado ser eficaz para los sistemas multiconectados con convección forzada, pero aún quedan aspectos que mejorar para poder solucionar los sistemas multiconectados con convección natural.

213 Mor Fernández, Josep M.

Problemática sanitaria y ambiental de las torres de refrigeración y condensadores evaporativos. Estudio y control de la legionelosis en l'Hospitalet de Llobregat

Director: Ruiz Mansilla, Rafael

Departament: Màquines i Motors Tèrmics

Resum:

En el presente estudio se analizan las implicaciones medioambientales y sanitarias que suponen los sistemas de refrigeración de instalaciones basadas en torres de refrigeración (TR) o condensadores evaporativos (CE).

Se presenta una descripción general de las torres de refrigeración y condensadores evaporativos:

funcionamiento, tipología, componentes, mantenimiento, criterios de diseño, tratamientos, etc. Asimismo y considerando la relación directa que existe entre este tipo de instalaciones y los brotes epidémicos de legionelosis, se describen las características de la bacteria *Legionella* ssp. y los aspectos epidemiológicos y sanitarios asociados. Se explican de forma sucinta los brotes de legionelosis del barrio de la Barceloneta en Barcelona (2000), de Murcia (2001), de Mataró (2002) y del barrio de Santa Eulàlia en L'Hospitalet de Llobregat (2002). Se detalla la legislación existente en materia de legionelosis y, en especial, los artículos referentes al control de las torres de refrigeración y condensadores evaporativos, catalogados por ley como instalaciones de alto riesgo. El estudio se ha realizado en el municipio de l'Hospitalet de Llobregat, localidad en la que existe actualmente un control sistemático y preventivo de este tipo de instalaciones a través del servicio técnico del Negociat de Salut Pública de l'Ajuntament de L'Hospitalet.

El presente estudio demuestra que el municipio ha experimentado un descenso notable del número de TR/CE y de actividades con estos tipos de instalaciones. En la mayoría de los casos, el descenso se debe a la sustitución de las TR/CE por sistemas alternativos basados en aerorefrigeración que no implican la generación de aerosoles a la atmósfera. Finalmente, se exponen las consideraciones económicas reales que implican tener un condensador evaporativo en una empresa de L'Hospitalet y su posible sustitución por un equipo aerofriador. Este estudio refleja la viabilidad económica que supone este cambio, una vez recuperada la inversión inicial necesaria para comprar el equipo, debido a la reducción en los gastos que se derivan de su mantenimiento.

214 Moya Turbica, Aida

Ampliación de las instalaciones de un supermercado: Construcción de una gasolinera

Director: Moya Turbica, Ruth

Departament: Màquines i Motors Tèrmics

Resum:

En este proyecto, se desarrolla el proyecto de construcción de una gasolinera situada en la misma parcela que un supermercado que, así, pretende ampliar sus servicios. Se estudian su ubicación, la instalación de los servicios de que dispondrá y su implantación. La Memoria describe todas las instalaciones que contendrá la gasolinera: instalación mecánica y eléctrica, red de saneamiento, pavimentación, edificio auxiliar, equipos de aire y agua y de aspiración, marquesina y sistemas de protección contra incendios. Además, se presentan las medidas correctoras del riesgo medioambiental, el planning de ejecución de la obra y su presupuesto.

215 Rubiès Torre, Carlos

Estudio sobre revestimientos e hidrofugantes en el marco de la norma EN 1504-2

Director: Fernández Santín, José M.

Departament: Enginyeria Química

Resum:

El proyecto consiste en el estudio de una serie de revestimientos acrílicos e hidrofugantes a base de silano y siloxanos pertenecientes a la gama de productos de la empresa Bettor MBT a partir de lo especificado en la normativa española prEN 1504-2 [1]. Se ha planificado, desarrollado y evaluado una serie de ensayos de laboratorio sobre estos productos.

En el documento se da en primer lugar unas nociones sobre el mundo de la protección superficial de componentes de hormigón y albañilería, entrando en detalle en lo que son los revestimientos y los protectores hidrofugantes. También se hace un seguimiento exhaustivo de toda la norma prEN 1504-2 así como del proceso que se sigue para la adecuación de un producto a dicha norma. Se describen y preparan una gran variedad de ensayos de laboratorio de los que se obtienen datos de interés de los productos estudiados, tanto de su comportamiento frente a posibles agentes agresores como de sus características fisicoquímicas. Algunos de los ensayos recogen un seguimiento fotográfico que ayuda a comprender e ilustrar los pasos realizados. Los datos obtenidos permiten la confección de una base de datos útil para la empresa, así como de un protocolo de actuación para determinados ensayos. Por otro lado esta información ayudará a renovar las fichas técnicas de cada uno de los productos y se perfilará el uso adecuado de cada uno de ellos. Sin embargo esta parte no entra en el alcance de este estudio.

En resumen de los resultados cabe destacar que se comprueba que los productos con mejores resultados generales entre los hidrofugantes son aquellos en cuya formulación no aparece siloxano. Mientras que de los revestimientos acrílicos los resultados son muy similares siendo algo mejores los de los productos que forman una película flexible frente a los que la forman rígida, si bien estos últimos son más baratos económicamente hablando. También se adjunta un balance económico de lo que ha representado este proyecto así como un listado de los equipos y materiales empleados para la realización del mismo.

216 Terrasa Garcías, José Javier

Estudio de la fabricación de recipientes de plástico para uso en horno convencional y microondas

Director: Fernández Santín, José M.

Departament: Enginyeria Química

Resum:

Los envases de plástico para horno convencional presentan grandes ventajas sobre los envases de cristal y metálicos que actualmente se utilizan. Aunque en el mercado existe una gran variedad de envases de plástico destinados al uso en microondas, dichos productos no pueden ser introducidos en un horno convencional ya que las elevadas temperaturas, superiores a 200°C, provocan que el envase empiece a fundirse o en el mejor de los casos a perder su forma original.

En este estudio se realiza una descripción del envase de uso alimenticio y un posterior estudio sobre los posibles materiales que pueden ser utilizados tanto en microondas como en horno convencional, realizando una selección de los materiales que se adaptan mejor al perfil de exigencias para dicho uso. Para cada material seleccionado se exponen sus principales características, ventajas y desventajas, así como el método de transformación más adecuado. Se realiza una distinción entre un envase de uso duradero y un envase de uso único, seleccionando el material más adecuado según el uso y definiendo el método de transformación idóneo. Los resultados obtenidos se expresan en la "tabla del resumen impreso". Por último, se ha descrito la instalación industrial para la fabricación de envases de PP y LCP, así como una estimación de costes de fabricación de envases de PP, CPET y LCP considerando la técnica de transformación indicada.

217 Tobella Brunet, Joana

Posta a punt d'un sistema de laboratori per l'avaluació d'estratègies de biorecuperació de sòls: Aplicació a l'estudi de la biodegradació del fenantrè

Director: Grifoll Ruiz, Magdalena

Departament: Enginyeria Química

Resum:

Un dels principals problemes de l'aplicació de tècniques de biorecuperació en sòls contaminats és el gran nombre de variables que intervenen en l'èxit del procés. Davant la dificultat d'establir fórmules generals d'actuació, cada projecte requereix una sèrie d'estudis previs (caracterització de la zona, assaigs de tractabilitat) que permetin avaluar diferents condicions en base a les quals poder realitzar el disseny de la tècnica a aplicar.

Fins ara l'avaluació d'una tècnica de biorecuperació s'efectuava només en termes de grau de desaparició del contaminant; actualment, però, s'ha vist la importància de realitzar aquesta avaluació també en funció del grau de mineralització i dels metabòlits acumulats en el sòl. Així doncs l'objectiu principal d'aquest projecte és la posta a punt d'un sistema físic que permeti determinar el grau de mineralització d'un procés de biodegradació i d'un seguit de protocols experimentals mitjançant els quals es puguin identificar i quantificar els compostos orgànics romanents en el sòl. Paral·lelament, es vol avaluar la influència de l'aplicació de determinades condicions (bioaugment i bioestimulació) en el cas concret de la biodegradació d'un HAP: el fenantrè. La successió d'experiments, basats en la mineralització d'una font de carboni fàcilment assimilable pels microorganismes com la glucosa, ha permès obtenir el disseny definitiu del sistema físic. La seva eficàcia s'ha

comprovat en la determinació de l'evolució de la mineralització durant la biodegradació de fenantrè. De les diferents condicions estudiades, cal destacar els resultats obtinguts en el cas del bioaugment: la inoculació de la soca *Mycobacterium* sp. AP1 no ha tingut cap efecte sobre el grau de mineralització del fenantrè. A continuació s'ha posat a punt un seguit de protocols experimentals per la identificació i quantificació de compostos orgànics en sòls. En base a les característiques del sòl i la ruta metabòlica del fenantrè s'ha definit el protocol d'extracció; consisteix en dues extraccions diferenciades: una en medi neutre ($\text{pH}\approx 7$) i una en medi àcid ($\text{pH}\approx 2$). Seguidament, s'han dut a terme els fraccionaments necessaris per condicionar els extractes de cara la seva posterior anàlisi per HPLC. Aquest procediment ha permès quantificar el fenantrè romanent en el sòl però no s'ha pogut identificar cap metabòlit provinent del procés de biodegradació. En el cas que fossin presents en el sòl, la concentració dels metabòlits ha resultat ser massa baixa per la sensibilitat del mètode descrit en aquest treball.

