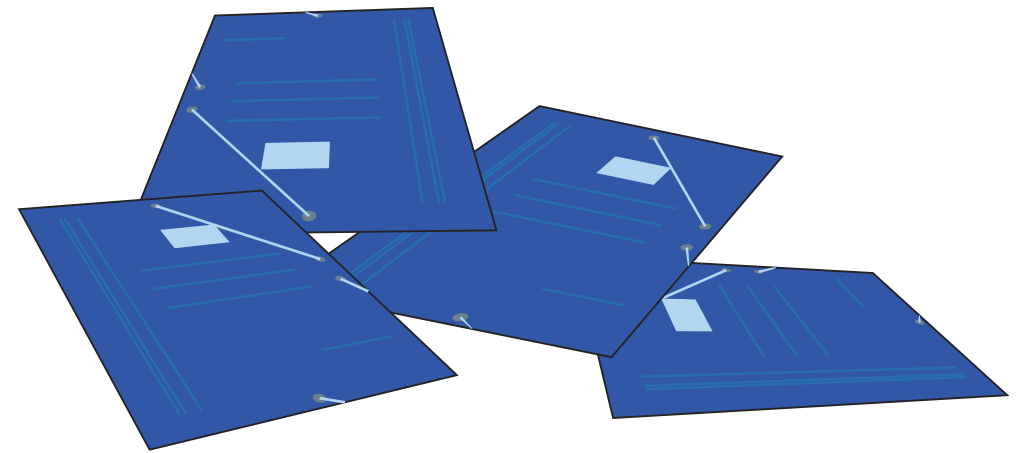
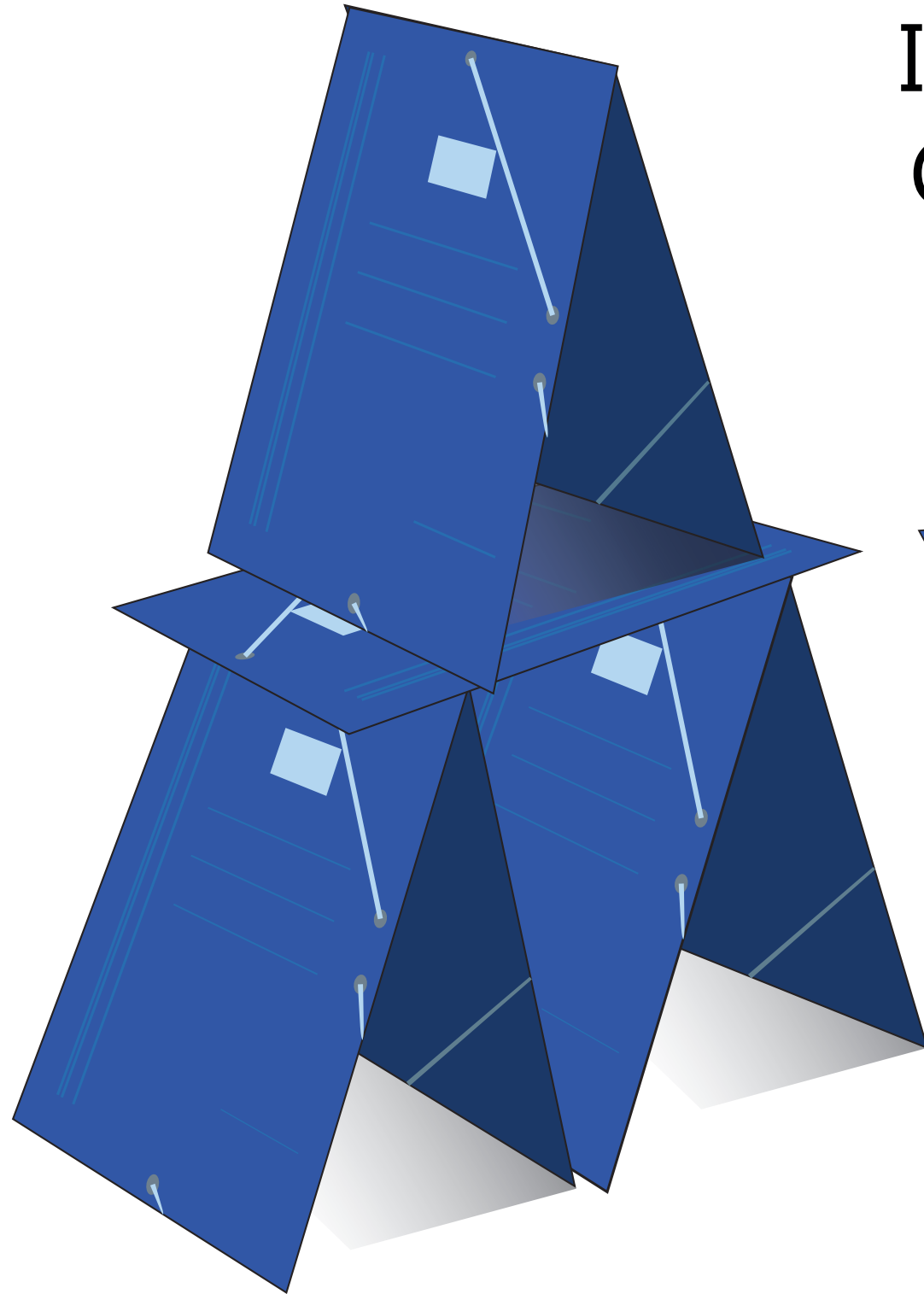


II Congreso I+D+i Campus de Alcoi



Creando Sinergias





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

II CONGRESO I+D+i CAMPUS DE ALCOI. CREANDO SINERGIAS

LIBRO DE RESÚMENES

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Alcoy, 11 de noviembre de 2014

Edita: Compobell, S.L.

ISBN: 1978-84-942655-2-5

DEPÓSITO LEGAL: MU 1354-2014

IMPRESIÓN: Compobell, S.L.

Nota editorial: Este libro de resúmenes se ha realizado con las contribuciones de cada autor. Las modificaciones realizadas no han supuesto ningún cambio del contenido científico de las aportaciones.

Comité organizador

María Angeles Bonet Aracil

Eva Bou Belda

Salvador C. Cardona Navarrete

Begoña Cantó Colomina

Jorge Jordán Núñez

Ramón Luna Molina

Miguel Ángel Satorre Aznar

Rafael Cantó Colomina

María Fernanda López Pérez

Comité Científico

Samuel Sánchez Caballero

Antonio Vicente Nadal Gisbert

José Enrique Crespo Amorós

Jesús Ferre Aracil

Amparo Jordá Vilaplana

Octavio Fenollar Gimeno

Jaime Masiá Vañó

Vicent Fombuena Borrás

Juan Ignacio Torregrosa López

Rosa Vercher Pérez

Juan Francisco Picó Silvestre

Miguel Ángel Sellés Cantó

Elena Pérez Bernabeu

PRÓLOGO

Este libro pretende ser un acercamiento de los diferentes grupos de investigación presentes en la Escuela Politécnica Superior de Alcoi para la creación de sinergias entre ellos, con el principal objetivo de aumentar y mejorar los resultados de investigación que se realizan.

Se reúnen las contribuciones orales y posters que se presentaron relacionadas con las investigaciones que se llevan a cabo por los diferentes grupos de investigación participantes en el II Congreso de I+D+i Campus de Alcoi celebrado en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy (11 de noviembre de 2014).

ÍNDICE

CONFERENCIA PLENARIA

CP1. Aportaciones del diseño industrial a las estrategias del turismo de interior. <i>J.F. Picó Silvestre</i>	3
---	---

COMUNICACIONES ORALES

CO1. Mejora de las propiedades adhesivas de PLA/PLA mediante adhesivos biodegradables. <i>A. Jordá-Vilaplana, V. Fombuena, D. García-García,</i> <i>L. Sánchez-Nácher, D. García-Sanoguera</i>	13
CO2. Aplicación de técnicas biotecnológicas y de microencapsulación para la funcionalización de agrotexiles. <i>L. Capablanca, M. Bonet, E. Bou-Belda,</i> <i>M. Ferrándiz, E. Franco, C. Dolça</i>	17
CO3. Modelo de TRACE para simular el arranque en reactores de agua en ebullición. <i>S. Carlos, F. Sánchez Sáez, S. Martorell</i>	21
CO4. La Resiliencia Empresarial como ventaja competitiva. <i>R. Sanchis, R. Poler</i>	25
CO5. Redes Colaborativas de Fabricación en Nube: el proyecto Europeo H2020 C2NET (Cloud Collaborative Manufacturing Networks). <i>R. Sanchis, R. Poler</i>	29
CO6. Abordando el problema de alineación de estrategias entre los socios de una red de fabricación colaborativa. <i>B. Andrés, R. Poler</i>	33
CO7. Sobre perturbaciones en modelos de población. <i>B. Cantó, C. Coll, E. Sánchez</i>	37
CO8. Simulación del núcleo de un reactor nuclear mediante un método de elementos finitos de alto orden. <i>A. Vidal-Ferrándiz, R. Favez, D. Ginestar, G. Verdú</i>	41

CO9. Estudio de las propiedades del aislamiento acústico al impacto en suelos de caucho reciclado. <i>V. Sanz Buades, E. Juliá Sanchis, J. Segura Alcaraz, J.M. Gadea Borrell, A. Pacetti</i>	45
CO10. Desarrollo de laminados compuestos con fibras minerales. <i>M.D. Samper, V. Fombuena, J.M. Ferri, A. Jordá-Vilaplana, L. Sánchez-Nácher</i>	49
CO11. Modelos dinámicos generalizados para reactores gas-líquido. Análisis de modelos microscópicos de película y macroscópicos de flujo. <i>J. Ferre-Aracil, S.C. Cardona, J. Navarro-Laboulais</i>	53
CO12. Colaboración horizontal en logística. <i>E. Pérez-Bernabeu, A. Juan, J. Faulín, M.A. Sellés</i>	57
CO13. Efectos del sistema cristalino del hielo puro en la densidad de mezclas binarias de hielos. <i>R. Luna, M.A. Satorre, M. Domingo, C. Santonja, C. Millán</i>	61
CO14. El papel de la energía de sublimación en atmósferas planetarias. <i>R. Luna, M. Domingo, C. Millán, C. Santonja, M.A. Satorre</i>	65
CO15. Influencia de los parametros de conformado en el coeficiente de absorción acustica de fibras provenientes de reciclado de neumaticos (NFU's). <i>M. Zamorano Cantó, P. Miró i Martinez, A.V. Nadal-Gisbert, J.E. Crespo Amorós, J. Segura Alcaraz</i>	69
CO16. Comportamiento acústico de materiales compuestos a partir de Vermiculita. <i>T.V. Esquerdo-Lloret, A.V. Nadal-Gisbert, R. Maderuelo, M.A. Peydró</i>	73
CO17. Comportamiento acústico de materiales compuestos a partir de Arlita. <i>A.V. Nadal-Gisbert, R. Maderuelo Sanz, T.V. Esquerdo Lloret, J.M. Meneses-Rodríguez, M. Martín Castizo</i>	77
CO18. Aplicaciones de las matrices totalmente positivas. <i>R. Cantó, B. Ricarte, A.M. Urbano</i>	81
CO19. Desarrollo de un banco de ensayos para determinar la estabilidad de los sistemas de fijación de roturas distales de fémur. <i>S. Sánchez-Caballero, B. Llinares, M.A. Sellés, R. Pla-Ferrando</i>	85
CO20. Caracterización de materiales compuestos mediante técnicas de estereometría. <i>P. Micó, A.V. Nadal-Gisbert, C. Sastre, V. Esquerdo</i>	89

CO21. Espesado de fangos primarios mediante Ósmosis Directa. <i>J. Lora, María-Fernanda López-Pérez, A. Abad, E. Gongu</i>	93
CO22. Modelización matemática del proceso de compactación de residuos elastoméricos. <i>M. Boix, A.V. Nadal-Gisbert, F. Parres, L. Agud,</i> <i>J.E. Crespo, A. Macías-García</i>	97
CO23. Test de expertos para validar modelos de predicción prefebriles. <i>J. Jordán, B. Vargas-Rojo, P. Miró-Martínez,</i> <i>D. Cuesta-Frau, M. Varela-Entrecanales</i>	101
CO24. Modificación química de partículas de café gastado para la producción de Bio-composites. <i>D. García-García, M.D. Samper, J.M. Ferri, R. Balart, J. López</i>	105
CO25. Determinación del agente de acoplamiento en composites de bioPE y huevo. <i>N. Montanés, T. Boronat, O. Fenollar,</i> <i>M.D. Samper, A. Carbonell-Verdú</i>	109
CO26. Desarrollo de nuevas estrategias basadas en la integración de procesos fotoquímicos para el tratamiento de aguas residuales complejas. <i>S. García-Ballesteros, A.M. Amat, R.F. Vercher,</i> <i>A. Doménech, M.A. Castillo, C. Sabater</i>	113
CO27. Aumentando las prestaciones de nanopigmentos naturales con nanoarcillas modificadas. <i>B. Micó-Vicent, E. Baena-Murillo, M. Lucena,</i> <i>E. Gilabert, R. Balart, F.M. Martínez-Verdú</i>	117
CO28. Estudio de la absorción acústica de paneles de Etilen-Vinil-Acetato (EVA) utilizados como paramentos en edificación. <i>J.M. Gadea, E. Juliá, J.G. Segura</i>	121

COMUNICACIONES EN POSTER

- P1. Encapsulación mediante spray drying de aceite esencial de rosa mosqueta.**
M. Ferrándiz, M. Muñoz.....127
- P2. Desarrollo y caracterización de “Wood Plastic Composites” con fibras de plumero de la Pampa.**
A. Carbonell-Verdú, D. García-García, D. García-Sanoguera, T. Boronat, N. Montanés, R. Balart131
- P3. Demostración de la aplicación de ciclodextrinas en el tratamiento de aguas residuales de la industria textil para recuperar y reutilizar los colorantes textiles.**
E. Franco, M. Ferrándiz, L.M. Pérez, E. Núñez, J.A. Gabaldón, E. Pérez, P. Cosma, P. Fini.....135
- P4. Optimización de las propiedades mecánicas del compuesto PLA/PCL para su aplicación como material biocompatible.**
J.M. Ferri, A. Carbonell-Verdú, N. Montanés, A. Jordá-Vilaplana, O. Fenollar139
- P5. Interacción amoníaco-volátiles en estado sólido.**
M.A. Satorre, R. Luna, M. Domingo, C. Millán, C. Santonja.....143
- P6. Deducción por actividades de investigación y desarrollo e innovación tecnológica en el Impuesto sobre Sociedades español.**
C.P. Sarasa, J. Sarasa-Pérez147
- P7. Influencia del gramaje del tejido en la aplicación de ácidos policarboxílicos.**
E. Bou-Belda, J. Gisbert, I. Montava, P. Díaz151
- P8. Influencia del tipo de ligante utilizado en el efecto protección UV de los tejidos tratados con TiO₂.**
E. Bou-Belda, M. Bonet, I. Montava, P. Diaz155
- P9. Evaluación de la protección ultravioleta de determinados colorantes naturales.**
E. Bou-Belda, I. Montava, P. Díaz, A. Montoro, N. Sebastián.....159
- P10. Diseño de un dispositivo háptico de baja resolución basado en SMA para aplicación en telerobótica.**
F.J. Tormo, J. Masiá, J.R. Rufino, J. Ferri, B. Mansilla163
- P11. Preparación de robot humanoide BILOID para las pruebas básicas del concurso CEABOT.**
J. Masiá, J.R. Rufino, A. Benavent, M. Sandoval.....167
- P12. Sistema de reconocimiento mediante visión artificial de códigos QR para posicionamiento de robot humanoide BILOID.**
J. Masiá, J.R. Rufino, M. Gilabert171

P13. Laboratorio de tribología: determinación de los coeficientes de fricción en aceros de alta dureza.

*M.A. Sellés, S. Sánchez-Caballero, R. Pla, M.J. Reig,
V.J. Seguí, E. Pérez-Bernabeu*175

P14. Identificación y valoración de impactos en la construcción de un campamento.

S. Genís, M.D. Gregori179

CONFERENCIA PLENARIA

Aportaciones del diseño industrial a las estrategias del turismo de interior

J.F. Picó Silvestre

*Departamento de Composición Arquitectónica, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: juapisil@cpa.upv.es*

RESUMEN

El turismo de interior es un producto de futuro en la industria turística española. Dada su cercanía a las infraestructuras de sol y playa existentes en nuestras costas, el territorio del interior cercano puede aprovechar esta plataforma para desarrollarse como una alternativa por contraste.

El Diseño industrial es una herramienta para el desarrollo y la afirmación de este producto como una línea generadora de riqueza si se basa en una estrategia territorial planificada. Las aportaciones del Diseño van desde la escala territorial y el diseño urbano, la arquitectura y el tratamiento del patrimonio hasta el diseño de producto, el diseño gráfico o el diseño de moda.

INTRODUCCIÓN

El turismo en la actualidad es la actividad económica más relevante de la producción industrial española. Aunque el producto de este sector económico tiene unas características un tanto especiales, su producción se asocia a la industrial porque recoge un amplio conjunto de operaciones, instalaciones y equipos para su realización. Y además, para realizar tal producto se requiere de maña y destreza o artificio, atributos intrínsecos de la palabra industria.

Tal y como ocurre en todos los productos, el diseño interviene también sobre el turismo en las cuatro típicas dimensiones que lo definen: la concepción y composición del proyecto, la materialización de la producción, la venta y la distribución del producto y el análisis de su comportamiento durante el consumo para retroalimentar los estadios anteriores.

Inicialmente diseñar supone designar, *design*, poner signos, significar y por tanto, comunicar. Sin embargo, dentro del concepto del diseño, del *disseny*, está la valoración o la aportación de *seny*, de la cordura, de la sensatez, del conocimiento, de la ponderación y del concierto y por lo tanto del *trellat*, también atributos todos ellos que debieran aportarse a las actividades productivas desde el Diseño.

Estos trabajos se llevan a cabo en el seno del grupo de investigación "Innovación y Excelencia en la Configuración de los Entornos Humanos" IECEH del Departamento de Composición Arquitectónica de la Universitat Politècnica de València.

DESARROLLO

El producto

Los turistas consumen un producto que no es material. Se compra un tiempo de traslado a unos determinados lugares que queremos conocer, disfrutar y experimentar

y en todo el trayecto recorreremos entornos humanos que nos sirven de base para realizar el propósito de nuestro viaje.

Pero el resultado del viaje puede ser placentero o un disgusto en función de la cultura y de las circunstancias personales de cada turista. Estadísticamente se ha comprobado que para un mismo destino, establecimiento o experiencia, los resultados son dispares sin más razones aparentes.

Una vez terminado, el viaje o la estancia en un lugar sólo queda en la propia memoria del turista materializado o reforzado por los recuerdos y los pequeños objetos materiales que se llevó consigo.

La auténtica razón del viaje es alcanzar algo nuevo, por lo tanto existe una componente de aventura. Compramos turismo para liberarnos de nuestra cotidianidad y así producir un cambio que altere nuestra existencia aunque sea por un tiempo limitado [1].

Se viaja con la esperanza de mezclar lo que vamos a experimentar con lo que habíamos soñado encontrar.

El interior

Frente a una extensa, longeva y experimentada infraestructura española de sol y playa, cada vez resulta más atractiva la búsqueda de nuevos horizontes que sorprendentemente se hallan muy cercanos. La relación con la costa del interior inmediato funciona por contraste. Aquello que en la costa es aglomeración y edificación banal, en el interior es historia y calidad urbana, excelencia ambiental y paisajística.

Frente a la masificación y el ruido de la extrovertida y explosiva diversión que ofrece esta explotada infraestructura de la costa puede ofrecerse el placer de la intimidad, de la lentitud, del detenimiento, para reflexionar buscando la tranquilidad y el estar bien en unas condiciones más humanas. Puede ofrecerse el viaje hacia el interior de uno mismo en condiciones muy favorables a través del reconocimiento de la cultura.

“Bienestar” es mejor como concepto que “calidad de vida”. Se trata de un bienestar antropológico y para ello hay que definir la realidad del bienestar. No se trata solamente de algo corpóreo, sensorial, también hay algo espiritual.

Cada vez más se compra turismo de cultura, desde la historia hasta la gastronomía.

El turismo cultural existe desde el siglo XIX. Se trata de viajes montados desde la perspectiva cultural del visitante con respecto al entorno visitado. Se trata de viajes ideales concebidos de antemano. Cuando se produce existe una conjunción entre el paisaje interior del visitante y el paisaje real que se encuentra. Este viajero va, incluso sin salir de casa, porque sabe.

También, inicialmente, cuando el viajero prepara el viaje, existe una fuerte componente utópica de los destinos que los distorsiona de la realidad convirtiéndolos en *regiones del deseo... deseo de lo otro, y de ser otro* [1].

Pero esa cultura tiene que transmitirse con veracidad. La característica que busca el turista de interior en el entorno que decide consumir es la autenticidad, lo auténtico.

Sin embargo, cada vez más se demanda turismo de naturaleza en este régimen de intimidad, sin aglomeraciones. Y la tendencia de futuro se dirige a la búsqueda de amplios espacios de naturaleza. En estos espacios inmensos se encuentran la

violencia de la naturaleza extrema con la inmensa profundidad del paisaje. Son espacios que se perciben como ilimitados donde se libera la opresión del habitante de las ciudades.

La estrategia

La infraestructura del interior está más diseminada y atomizada. Es absolutamente necesario procurar la accesibilidad a través de infraestructuras fiables relacionadas con el transporte, la energía y las comunicaciones, a precios razonables y de manera cuidada. Y para abrirse comercialmente al mundo es necesario estrechar el vínculo entre lo público y lo privado [2]. No solamente se trata de obtener ayudas públicas sino también de crear y mantener una complicidad con la administración del estado.

Son imprescindibles espíritus emprendedores que trabajen de la mano de la tecnología, la investigación y la internacionalización. Estos empresarios deben estar conectados en redes y hacerse partícipes de los mejores proyectos mundiales del asunto. La importancia de las TIC y el control estadístico para el trabajo comercial es de vital importancia en este producto. Los sistemas inteligentes para conectarse con los clientes en tiempo real, conocer sus movimientos y ofrecer el último precio son una herramienta que sin su concurrencia puede llegar a excluirles.

Pero también es necesario mantener, sostener y apoyar las empresas que fabrican bien cualquier producto en este territorio, para entonces mostrarlas al mundo e intentar entonces que vengan a investigarlas. Sin olvidar el establecimiento de un cierto cosmopolitismo en la comunicación y la expresión de lo que sabemos hacer bien.

Para ello hay que recuperar la autoestima y fomentar el orgullo sano por el territorio, sostener a las personas, no solo a la economía, y vertebrar el tejido humano. Esto solamente se logra con educación. Así se fomentará la pasión por el respeto. Entre otras cosas, el respeto del nativo hacia el visitante, que no es una máquina potencial de dinero al que hay que exprimir y el respeto del turista hacia el nativo, hacia su intimidad y su propia vida, que gracias a su esfuerzo y a su estilo de vida produce el atractivo que el turista experimenta y disfruta.

El éxito depende de nuestra habilidad para convertir nuestro pasado en un atractivo para el futuro. Ello comporta un proyecto complejo de reactivación económica, social y urbana y la explotación de los recursos culturales, urbanos y territoriales como base para una oferta turística de calidad.

Y al mismo tiempo la recuperación de la actividad agrícola en sus diferentes manifestaciones (explotación agraria, turismo rural, excursionismo, etc.) no sólo para mejorar la actividad económica sino para mejorar la calidad ambiental del medio, para asegurar el mantenimiento y la mejora de nuestro espacio natural, que en estas épocas de crisis muestre la solvencia de una economía que había sido abandonada pero que ahora puede emerger con un nuevo empuje, de forma equilibrada y con nuevas expectativas. Así se generará riqueza desde el mantenimiento de las actividades tradicionales y la complementación de éstas con nuevas actividades que cultiven los valores naturales y paisajísticos.

Pero territorialmente hace falta un equilibrio en las políticas públicas de reinserción. Por ejemplo es contraproducente invertir solamente en los centros históricos de las ciudades medias si no se invierte en los barrios periféricos.

La capacidad de atracción y con ello la permanencia de la población, depende de la oferta de servicios y equipamientos, de la bondad del tejido edificado y el espacio público y de la oferta y del estado del parque de viviendas.

“Pero el urbanismo o la economía serían dos envoltorios estériles si no buscaran el bienestar social”. Los retos en este campo son: “la aceptación y el reconocimiento recíproco de su pluralismo y complejidad identitaria, convertidos en palanca de cambios” [2].

Pluralidad de aplicaciones del diseño

En la construcción de los entornos humanos más amables que buscan el bienestar, la aportación del Diseño es fundamental en todos los niveles. El viaje al interior requiere del cuidado y la atención en promover el descubrimiento de la belleza como fuente de emociones para el visitante que le hagan sentirse bien. El objetivo del Diseño entonces debe ser la armonía y la paz a través de la ordenación de la belleza, con el fin de habilitar pequeños núcleos de bienestar y comunidades creativas que lo gestionen.

Pero frente al concepto del “entorno” en donde se inserta el ser humano habría que tener en cuenta el concepto del “contorno”. El contorno tiene que ver con la forma de los objetos inmersos en un determinado lugar y las tensiones que allí producen si no encajan bien, como las piezas mal colocadas de un *puzzle*. La gente puede apreciar dónde hay un agujero y cuándo un objeto diseñado parece justo. Las formas, los contornos deben estar basados en los recuerdos que la gente comparte en la vida cotidiana. Estos recuerdos están producidos a partir de nuestras experiencias diarias, la mayoría de las veces inconscientemente. La esencia del diseño consiste en la provocación de ese recuerdo y cuando el usuario se da cuenta entonces se conmueve. Los contornos también revelan aspectos cambiantes de acuerdo con los movimientos –conmovimientos- y los sentimientos del espectador [3].

Pero por qué tenemos unos pueblos y ciudades tan poco cuidadas históricamente. Hay una imagen de España, que puede leerse desde la historia, que nos identifica entre dos extremos que se tensionan: *“España como expresión del fanatismo religioso o España como “país del entusiasmo” heróico y místico”* [1]. Somos un pueblo creativo y entusiasta, con capacidad para lo tragicómico. El entusiasmo se manifiesta a través de prototipos de héroes modernos individualistas y antirracionalistas, con un continuo intercambio entre realidad e imaginación y por otro lado, la capacidad metafísica del alma española, reflejo del carácter y del genio nacional, que se materializa en la glorificación del hombre interior. Puede que así el entusiasmo individualista de algunos dificulte el trabajo entrelazado y conectado con los demás, mientras que la tradición de la reserva interior y la austeridad en otros haya impedido el mantenimiento y la glorificación de los entornos de nuestras vidas.

Diseño territorial y diseño en el territorio. Diseño urbano

Hay que tener en cuenta el territorio sobre el que trabajamos, observarlo, encontrar lo que dice, los valores que transmite para utilizarlo y acrecentar su valor desde el respeto. Su geografía, su forma, sus propiedades, su estructura es el marco fundamental que hace interesante el lugar. El territorio expresa con contundencia la presencia histórica y cultural de la humanidad en la naturaleza. La simbiosis bien avenida de la huella histórica de la cultura sobre la naturaleza constituye la base sobre la que se genera el atractivo turístico, pero hay que tratarlo con la máxima precaución. Existen múltiples disciplinas, herramientas y criterios para el trabajo en esta escala territorial desde el Diseño. Éstos nos permiten actuar desde el análisis del medio

existente para preservar y rehabilitar la relación entre cultura y naturaleza, entre los entornos humanos amplios y el paisaje autóctono, entre lo urbano y los espacios libres.



Figura 1. Detalle. Volterra. Italia. *“Lo pequeño es bonito. Lo grande es poderoso. Hagamos que lo bonito sea poderoso”* E. Batlle.

Los espacios libres deberán incluir los valores tradicionales de la utilización pública y privada, pero sobre todo su belleza y también, deberán ser coherentes con las leyes ecológicas y los problemas medioambientales.

“Lo pequeño es bonito. Lo grande es poderoso. Hagamos que lo bonito sea poderoso” esta podría ser una máxima para el diseño del territorio [4].

Revalorizar las infraestructuras históricas rehabilitándolas y acogéndolas en nuevas experiencias paisajísticas generará valor al territorio. A veces solo se trata de pequeñas actuaciones, embellecer una plaza con la colocación de unos árboles bien puestos y limpiar. Pero sobre todo se trata de señalar, de abrir al visitante las pequeñas historias que hay detrás de cada árbol, de cada casa, de cada pueblo en un entorno conocido y amable.

El patrimonio construido, la nueva arquitectura, el interiorismo y el exteriorismo

La restauración del patrimonio existente, aunque sea un patrimonio modesto, es un gran campo estratégico de generación de riqueza. Todo elemento patrimonial tiene su valor, fue realizado con esfuerzo y con el buen hacer de los antiguos pobladores que tuvieron su vida, su historia y su cultura. Su rehabilitación, volver a habilitar sus creaciones de manera cuidada, justa y merecida constituye un valor que reclama el turista y trabajo para los profesionales del diseño.

Pero el trabajo de los diseñadores deberá plantearse también desde la verdad, utilizando técnicas modernas que permiten la práctica del respeto al modo de hacer histórico sin abandonarse en la imitación irresponsable sin criterio de gusto alguno. Es perfectamente posible la coexistencia de la nueva arquitectura y del diseño con los elementos patrimoniales si se actúa con criterios de valorización de tal convivencia, tal y como se consiguió en ejemplos históricos canónicos, como por ejemplo la catedral de Valencia, en la que conviven sin aspavientos la fachada barroca con la fachada gótica y románica.

Así pues, en el diseño de los interiores pero también, en los pequeños ámbitos exteriores: placitas, calles, patios, etc. de los alojamientos o hábitats humanos, el Diseño puede moverse en el amplio espacio intermedio de un segmento cuyos extremos radicales son, por un lado, las formas, la calidad y las amalgamas de los decorados de los parques temáticos y en el otro, el lenguaje y la poética ultramoderna de las formas de la alta tecnología.

Hablar de diseño no significa referirse a la concurrencia de grandes diseñadores que producen ideas carísimas. Las arquitecturas mediterráneas del pasado fueron construidas con materiales sencillos y humildes y ofrecen una calidad ambiental magnífica, pero hay que reconocerlas. Se puede encontrar un equilibrio estético y económico, concertado con el ambiente general del lugar.

Puede que la herencia histórica de la tradición española de la contrarreforma basada en la austeridad en las expresiones exteriores de la alegría y el gozo, a la que nos referíamos anteriormente, haya mermado nuestra capacidad para incorporar y fomentar en el Diseño de nuestros espacios exteriores urbanos la presencia de las flores y de los elementos vegetales de una manera generalizada en nuestra geografía. La contribución de estos elementos a la formación de ambientes agradables es inmediata y relativamente sencilla.



Figura 2. Detalle. Castellina in Chianti. Toscana. Italia.

Diseño de establecimientos comerciales, escaparates y diseño expositivo

Desde hace algún tiempo, los grandes polos de atracción turística internacional están siendo colonizados en los circuitos más interesantes por múltiples establecimientos comerciales que venden productos banales, de bajos precios y de ínfima calidad fabricados en los denominados países emergentes. Los espacios de estos comercios se envuelven con decoraciones, carteles, iluminación y diseños con el mismo nivel de calidad de los productos que comercializan.

Esta globalización comercial, reforzada por la presencia de los establecimientos de las marcas multinacionales, aunque son coherentes con sus producciones y tienen el soporte de un público fiel que los mantiene, hace perder el carácter autóctono y auténtico del medio en el que se inserta y con ello se desvanece la posibilidad de ofrecer algo nuevo y diferente.

Sin embargo, hay modos de producir diseños de escaparates y tiendas integradas en los edificios con carácter histórico que con gracia pueden exponer sus productos sin alterar la presencia del edificio, manteniendo la contundencia de sus huecos, de los materiales que conforman su base, pero admitiendo mecanismos expositivos que se instalan en el horario comercial y luego se repliegan en el interior.

El respeto al edificio soporte y a los paramentos de la calle comercial histórica ha producido oportunidades de éxito a partir de herramientas para las actuaciones del Diseño que instruyen a los comerciantes con Manuales de Buenas Prácticas consensuados por todos los agentes implicados en el entorno de los núcleos urbanos. Por ejemplo, este es el caso del centro histórico de la ciudad de Montréal en Canadá o el de Saint–Etienne en Francia, en donde la implicación de la escuela de Diseño Industrial local ha tenido un protagonismo decisivo.

No obstante, el Diseño en establecimientos comerciales no se circunscribe al interiorismo o al escaparate, también tiene que llegar al ámbito de la presentación o exposición del producto. En los mercados tradicionales de alimentos, el propio atractivo de los productos naturales tiene posibilidades de realizarse con la incorporación de ciertos elementos diseñados para su presentación. En el ámbito de la restauración el éxito también depende de la presentación de la mesa y de todos los complementos que ayudarán a la ceremonia de la comida, una vez resuelto el ambiente circundante.

Otro campo en el que la aportación del Diseño también es relevante en el turismo de interior lo constituye el diseño de los espacios y los soportes expositivos del patrimonio. Nos referimos al tratamiento de los materiales de los pequeños museos de objetos culturales locales, de la artesanía histórica o simplemente de aquellos establecimientos que acogen exposiciones temporales de diversas características. Aquí el dominio de las especializadas técnicas de iluminación, control ambiental, etc. reclaman también actuaciones avanzadas y coherentes con este nivel tecnológico dentro del respeto que venimos predicando.

Diseño de servicios. Diseño escenográfico

Al calor del marco que supone el medio natural y el patrimonio urbano en él ubicado de las zonas de turismo de interior, se pueden desarrollar muchas actividades de servicios que se diseñan aprovechando tal atractivo. No solamente se trata de eventos culturales, congresos o foros de diversa índole, también hay curiosas iniciativas empresariales que giran alrededor del turismo como son, por ejemplo, la organización de bodas y celebraciones de todo tipo que enlazan otras actividades económicas subsidiarias. Estas otras actividades pueden establecerse perfectamente en estas infraestructuras del entorno. En muchos de estos eventos el diseño escenográfico, más o menos efímero, de espectáculos, conciertos, etc. constituye otro campo que recoge aportaciones del diseño.

Diseño gráfico y de comunicación. Señalética

Una de las carencias más notables detectadas de manera común en los recorridos por el interior, junto con los problemas de accesibilidad, son todos aquellos elementos que tienen que ver con las indicaciones y la señalización de los lugares con el fin de orientar y dirigir sin aspavientos a los visitantes.

La señalética también es un campo en el que el Diseño puede aportar orden en la actual dispersión de soluciones particulares de cada lugar. Muchas veces los sistemas

de comunicación empeñados en ser originales y únicos, pierden efectividad en la comprensión del usuario y en la atracción del lugar mismo.

El diseño gráfico contribuye a comunicar y a abrir al exterior la imagen de los lugares, en la medida que cuide y exprese con gusto el mensaje de las empresas y de las actividades que allí se realizan. No se trata solamente de la señalización, es necesario afirmar la importancia del sector a través de la calidad de su cartelería, de sus rótulos, anagramas y de la imagen corporativa en general de los actores de este escenario.

Diseño de producto. Envase y embalaje. Diseño de moda.

Quizás el campo más tradicional en el que el Diseño puede contribuir a hacer más atractivas las expectativas ensoñadoras del turista sea el diseño de producto. Un producto autóctono que debe abrirse al exterior con la ayuda del Diseño para atrapar al visitante en pequeñas emociones. La gama de productos locales puede ser amplísima y muy rica, desde los productos relacionados con la alimentación hasta el diseño de moda generado desde la artesanía. Pero todos ellos mantendrán de entrada una cierta calidad si el producto es auténtico.

Siendo un producto bueno de por sí, quizás solamente haya que cuidar mínimamente su envoltorio para que no solamente atraiga al comprador sino que mantenga el recuerdo en el tiempo de la experiencia tenida en ese lugar.

CONCLUSIONES

Habitualmente ocurre que las operaciones en las que interviene el Diseño son susceptibles de una cierta transversalidad de disciplinas. En el caso de las actividades que puede generar el turismo de interior dirigidas a procurar entornos de bienestar, pueden incorporarse fácilmente por ejemplo, las tecnologías de energías alternativas, los procesos químicos o biomecánicos en el tratamiento de residuos o materiales reciclables; la experimentación de nuevos materiales textiles, en el control de otros materiales con propiedades de absorción acústica que directamente proporcionan confort en los espacios, etc. Pero también, la relación entre los agentes que intervienen en el proceso de producción y consumo del turismo necesita del conocimiento empresarial, de los modos de organización posibles y de su gestión, apoyados por las tecnologías electrónicas e informáticas de última generación para competir en este mercado internacional.

De manera que con las aportaciones del Diseño Industrial descritas anteriormente y con esta transversalidad posible de tantas actividades productivas, las estrategias dirigidas a la estructura de un mercado de turismo en el interior bien vertebrado se convierte en una oportunidad de generación de riqueza, en una promesa de experiencias de cambio vital para el visitante y en definitiva, en una oferta de libertad.

REFERENCIAS

- [1] Argullol, R., *“El viaje de viajes”* en Argullol, R. *Maldita Perfección. Escritos sobre el sacrificio y la celebración de la belleza*. Acantilado. Barcelona 2013, pp 125-135
- [2] García Vega, M. A., *“El impulso de un pueblo”* en *Visión de Futuro*, especial de EL PAÍS Euskadi, 2 de abril de 2011, pp 4-9
- [3] Fukasawa, N., *Naoto Fukasawa*. Phaidon. New York 2007, pp 8-10
- [4] Batlle, E., *El jardín de la metrópoli. Del paisaje romántico al espacio libre para una ciudad sostenible*. Gustavo Gili. Barcelona 2001

COMUNICACIONES ORALES

Mejora de las propiedades adhesivas de PLA/PLA mediante adhesivos biodegradables

A. Jordá-Vilaplana ⁽¹⁾, V. Fombuena ⁽²⁾, D. García-García ⁽²⁾,
L. Sánchez-Nácher⁽²⁾, D. García-Sanoguera ⁽²⁾

*(1) Departamento de Ingeniería Gráfica (DIG) Teléfono:+34966528451 amjorvi@upv.es
Universitat Politècnica de València (UPV), 03801, Alcoy (Spain)*

*(2) Instituto de Tecnología de Materiales (ITM)
Universitat Politècnica de València (UPV), 03801, Alcoy (Spain)*

RESUMEN

En el campo del envase y el embalaje, donde se produce alto volumen de residuos, hay una gran demanda de materiales biodegradables, que no dañen el medio ambiente, y que además se puedan degradar de forma natural con el tiempo. Este sector produce un gran volumen de residuos que acaban depositados en el medio ambiente, con la consecuente contaminación que esto conlleva. Además la tendencia actual, sobretodo en grandes superficies, de envasar la mayoría de productos y la utilización de productos denominados de “usar y tirar” incrementa este volumen de residuos. Por tanto, es necesaria la sustitución de estos residuos por materiales biodegradables que no dañen el medio ambiente. Además de esto, este sector industrial requiere buenas propiedades adhesivas en los sustratos que utiliza para fabricar los envases en función del diseño del mismo. Como novedad se pretende tratar el biopolímero elegido, en este caso el PLA, con tratamiento superficial con plasma atmosférico, para mejorar sus propiedades de humectabilidad y por lo tanto de adhesión, utilizando un adhesivo biodegradable.

INTRODUCCIÓN

En el caso que nos ocupa de adhesión de un material polimérico, hay que tener en cuenta que esta familia de materiales se caracteriza por tener valores muy bajos de energía superficial comparándolos con otros materiales, y por este motivo presentan baja mojabilidad. Para mejorar las propiedades de adhesión hay que incrementar estas propiedades ya que se aumentará la tendencia a ser mojados por el adhesivo y optimizar la calidad de la unión. Este comportamiento intrínseco de las superficies poliméricas ha requerido la modificación de las mismas para facilitar los procesos de adhesión. En los últimos años se han ido desarrollando diversas técnicas, de tipo físico y químico, para conseguir esta finalidad: mejorar la humectabilidad haciendo más rugosa la superficie y/o activándola químicamente al aumentar su energía superficial.[1-3] Las modificaciones de las superficies de los plásticos se emplean generalmente para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las mismas para ciertas aplicaciones. Esto es posible por medio de tratamientos mecánicos y físicos sobre los polímeros. Los tratamientos superficiales modifican la morfología cristalina y la topografía en la superficie, incrementando la energía superficial y elimina los contaminantes. Los tratamientos superficiales se han ido desarrollando en los últimos tiempos debido al gran interés tecnológico que adquieren al tratarse de una solución novedosa, ya que modifica sólo las propiedades superficiales del polímero sin cambiar las intrínsecas del resto del material. Esto lleva a obtener nuevas propiedades en materiales poliméricos, lo que se traduce en nuevas posibilidades de aplicabilidad que resuelven problemas de producción y diseño, o incluso la posibilidad de desarrollar

aplicaciones completamente nuevas. De las posibles tecnologías a aplicar en el campo concreto de los materiales poliméricos, la modificación superficial con la tecnología de plasma es una alternativa donde, de un modo respetuoso con el medioambiente y eficiente a nivel de coste, sin operaciones manuales ni uso de productos químicos, se modifica la superficie del polímero a nivel microscópico, para hacerlos más receptivos a la sustancia que se vaya a aplicar: líquidos, resinas, adhesivos, etc.. Con este tipo de tratamiento la modificación se produce únicamente sobre una delgada capa superficial del polímero, quedando inalteradas las propiedades en el resto del material.

EXPERIMENTAL

El Ácido poliláctico PLA es el material utilizado como sustrato comercial en el presente estudio ha sido suministrado en forma de granza por la empresa Nature Works LLC, situada en Minnetonka, (Minnesota, EEUU), concretamente el polímero PLA 6201D. Se han inyectado en forma de planchas rectangulares de dimensiones (160x60x2,2) mm, en un molde de acabado espejo mediante una inyectora industrial suministrada por Mateu-Sole, Mod.270/5 (Barcelona, España). Para determinar la energía superficial de las muestras a través de la medida del ángulo de contacto se han utilizado los siguientes líquidos: diiodometano estabilizado de pureza 99% y proporcionado por Acros Organics (Acros Organics, Geel, Bélgica), agua de doble destilación, formamida y glycerol 99%, (reagent grade) ACS de Scharlau Chemie S.A. (Scharlab S.L. Barcelona, España). El adhesivo utilizado es un adhesivo biodegradable compuesto por una poliamida modificada, (etilen-amina, bisfenol, alcohol bencilo), el EcoPoxy Fast Hardener, proporcionado por la empresa Ecopoxy Systems, (Providence, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Optimización del tiempo de curado

Para obtener el tiempo óptimo de curado se ha realizado un estudio previo, de la influencia del tiempo de curado sobre la resistencia mecánica de la unión adhesiva. Se ensayan las muestras antes y después de aplicar el tratamiento de plasma atmosférico, en este segundo caso a una distancia sustrato/tobera de 6 mm y una velocidad de pasada de 100 mm/s, simplemente como ejemplo para comparar datos. Se unen las probetas con el adhesivo con 2 partes de resina por 1 de endurecedor, (según fabricante). Se realiza el ensayo de cizalla a distintos tiempos, en un intervalo entre [15,180] min, obteniendo el tiempo óptimo de curado como el que mayor resistencia adhesiva alcanza. Según los valores obtenidos en el ensayo de cizalla, se deduce claramente que las mejores prestaciones del adhesivo se consiguen cuando el tiempo de curado esta cercano a los 90 minutos. En el caso de la superficie no tratada, se observa un aumento progresivo de la fuerza máxima de la unión adhesiva hasta alcanzar un máximo de 150, 51N para 90 minutos de curado. Para tiempos superiores, los valores de la resistencia permanecen prácticamente constantes. En el caso de las probetas tratadas con plasma atmosférico el efecto observado es similar. Los valores máximos de resistencia 450,10 N se obtienen para tiempos de curado de 90 minutos. Mayores tiempos de curado no aportan mejores resistencias en la unión adhesiva, ya que se mantienen en rangos entre [450-447] N con tiempos de hasta 180 minutos. Por lo que se determina un tiempo de curado óptimo de 90 minutos para ensayos posteriores.

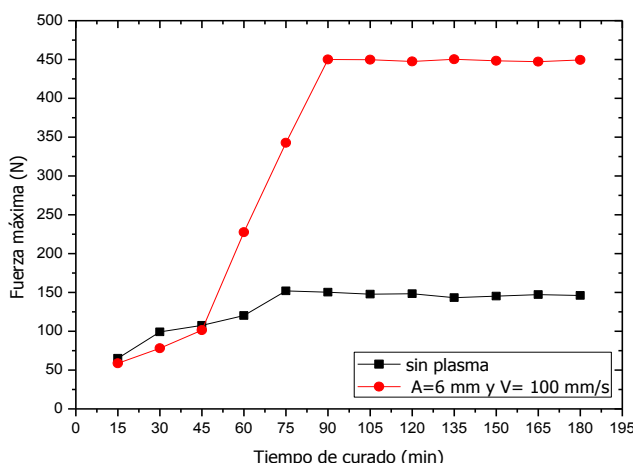


Figura 1. Variación de la fuerza máxima de los ensayos de cizalla en bloque en función del tiempo de curado del adhesivo.

Influencia de las condiciones del tratamiento de plasma atmosférico sobre las propiedades de adhesión del PLA

Para poder observar la efectividad del tratamiento de modificación superficial por plasma atmosférico y la influencia de la variación de los parámetros de procesado, sobre láminas de PLA en aplicaciones tecnológicas que requieren buenas características de adhesión, se ha realizado el ensayo de cizalla en bloque de muestras tratadas a distintas velocidades y diferentes distancias boquillas/sustrato. En dicho ensayo se cuantifica la respuesta mecánica de las uniones adhesivas PLA-PLA.

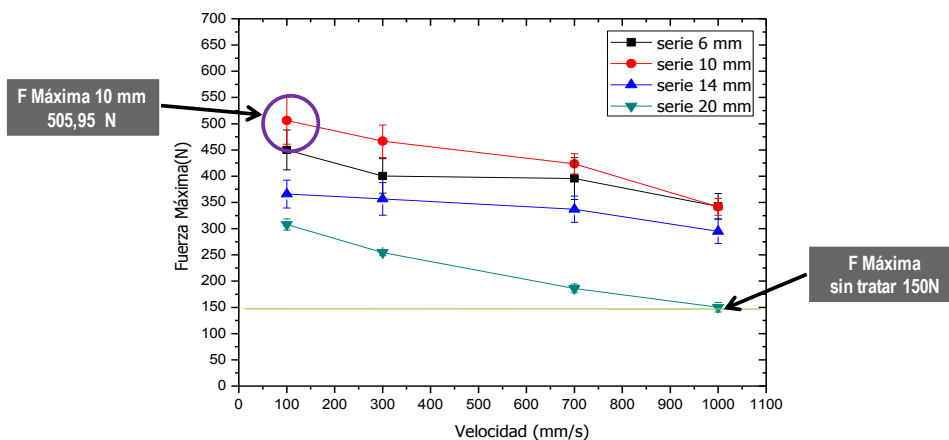


Figura 2. Gráfico comparativo de la fuerza máxima, en la unión PLA/PLA previamente tratado con plasma atmosférico a distintas distancias boquilla/sustrato y velocidades.

En la Figura 2, se observa como las mejores respuestas de adhesión se consiguen para bajas velocidades y/o bajas distancias de aplicación del tratamiento de plasma atmosférico [4] [5] [6]. Los máximos valores de adhesión se consiguen para distancias tobera-sustrato de PLA de 10 mm, y para velocidades de pasada entre 100 y 300 mm/s. Para velocidades mayores el efecto del plasma atmosférico no es tan efectivo, y se pierden características de adhesión. Estos resultados de mejora de adhesión, se corresponden con los resultados obtenidos en la cuantificación de la humectabilidad superficial, ángulos de contacto, y con el aumento de la energía superficial del PLA, para exactamente las mismas condiciones de aplicación del tratamiento de plasma atmosférico: 10 mm y 100-300 mm/s. Para estas condiciones óptimas de procesado, la efectividad del tratamiento de modificación superficial es máxima.

Caracterización de las morfologías de la rotura

En el estudio macroscópico de las superficies de rotura de las uniones adhesivas PLA-PLA tras el ensayo de cizalla ha permitido identificar dos tipos de morfologías características: una primera de aspecto liso, homogéneo y uniforme, característica de muestras no tratadas o tratadas en condiciones poco efectivas. Bajas propiedades adhesivas y rotura adhesiva; una segunda más irregular y con aspecto rugoso, Formación de crestas en la capa de adhesivo. Características de muestras tratadas en condiciones de baja velocidad y/o distancia. Propiedades adhesivas óptimas y Rotura cohesiva. Mediante la técnica experimental de microscopía electrónica se pretende resolver con mayor detalle estos tipos de morfologías, su aspecto y sus características topográficas. Por último aparece una tercera morfología mixta con dos tipos de formaciones superficiales: Zonas lisas de baja adhesión y Zonas rugosa de mejora de la adhesión.

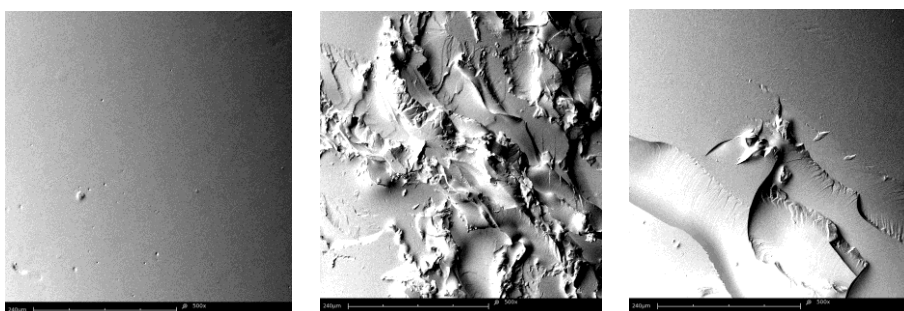


Figura 3. Micrografías con morfología lisa, rugosa y mixta.

CONCLUSIONES

Como conclusiones derivadas del estudio, el tratamiento con plasma atmosférico aumenta considerablemente las propiedades adhesivas de uniones PLA/PLA, cabe destacar la distancia de 10 mm y velocidades de paso de 100-300 mm/s consigue fuerzas máximas superiores a 505 N en cizalla. La calidad de la unión adhesiva puede ser evaluada visualmente mediante un estudio morfológico de la superficie del adhesivo. Y los mecanismos de actuación del plasma, microarranque junto con la inserción de grupos polares, presentan una interesante sinergia, que da lugar al aumento de las propiedades adhesivas.

REFERENCIAS

- [1] Caro JC, Lappan U, Simon F, Pleul D, Lunchwitz K. On the low-pressure plasma treatment of PTFE (polytetrafluoroethylene) with SO₂ as process gas. *Eur Polym J.* 1999;35:1149-52.
- [2] Mittal KL. "Polymer Surface Modification: Relevance to Adhesion"2007.
- [3] Mittal KL. "Polymer surface modification: Relevance to Adhesion". VSP/Brill. 2004;4.
- [4] Noeske M, Degenhardt J, Strudthoff S, Lommatzsch U. Plasma jet treatment of five polymers at atmospheric pressure: surface modifications and the relevance for adhesion. *Int J Adhes Adhes.* 2004;24:171-7.
- [5] Sanchis R, Fenollar O, Garcia D, Sanchez L, Balart R. Improved adhesion of LDPE films to polyolefin foams for automotive industry using low-pressure plasma. *Int J Adhes Adhes.* 2008;28:445-51.
- [6] Balart J, Fombuena V, Espana JM, Sanchez-Nacher L, Balart R. Improvement of adhesion properties of polypropylene substrates by methyl methacrylate UV photografting surface treatment. *Mater Des.* 2012;33:1-10.

Aplicación de técnicas biotecnológicas y de microencapsulación para la funcionalización de agrotexiles

L. Capablanca^(1,2), M. Bonet⁽¹⁾, E. Bou-Belda⁽¹⁾, M. Ferrándiz⁽²⁾, E. Franco⁽²⁾,
C. Dolça⁽²⁾

*(1) Grupo de Investigación en la Industria Textil (GIITEX)
Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: lucafra@aaa.upv.es*

*(2) Grupo de Investigación en Biotecnología (Grupo BIO)
Instituto Tecnológico Textil (AITEX),
Plaza Emilio Sala 1, Alcoi (Alicante)
e-mail: mferrandiz@aitex.es*

RESUMEN

El uso de productos fitosanitarios de distinta naturaleza química en el sector agrícola provoca un elevado impacto ambiental que puede ser paliado mediante el empleo de los propios recursos naturales. La búsqueda de productos naturales biodegradables para el desarrollo de pesticidas y herbicidas orgánicos es una alternativa al uso de productos químicos. Las técnicas de microencapsulación permiten el desarrollo de productos orgánicos naturales que no provocan problemas de contaminación y acumulación en suelos.

INTRODUCCIÓN

AGROBIOTEX, aplicación de técnicas biotecnológicas y de microencapsulación para la funcionalización de agrotexiles, es un proyecto de investigación cuyos objetivos asociados están centrados en el aprovechamiento de recursos naturales, básicamente plantas, para obtener productos técnicos de interés a priori en el sector agrícola.

El objetivo general del presente proyecto es el aprovechamiento de especies vegetales y de residuos obtenidos a partir de éstas para el desarrollo de productos de elevado interés principalmente en el sector agrario, involucrando para ello sectores industriales como el textil o el químico. Se pretende hacer uso de tecnologías con el mínimo impacto ambiental, manteniendo así la componente natural del proyecto.

En la Comunidad Valenciana existe, por una parte, una cobertura vegetal de bosque mediterráneo con especies vegetales autóctonas de gran interés, y por otra, una gran tradición en cultivos [1].

Esta cobertura vegetal y la producción agrícola generan residuos que pueden ser aprovechados para desarrollar productos de interés, mediante la aplicación de técnicas biotecnológicas y de revalorización de residuos, de forma que se preserve el medio natural.

Especies naturales como el romero, la salvia y el orégano presentan propiedades herbicidas, fungicidas, etc., que las hacen idóneas para poder ser utilizadas como materias activas en el presente proyecto.

La técnica de encapsulación [2,3] se convierte en un gran atractivo para la encapsulación de estas especies; su encapsulación permite protegerlas del medio exterior además de conseguir una liberación gradual y progresiva de los principios activos seleccionados.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Encapsulación de los distintos principios activos

En el presente proyecto se utilizan como técnicas de encapsulación: el secado por pulverización y la co-extrusión y gelificación externa. Siendo los principios activos a encapsular en el primer proceso, aceite esencial de orégano; y en el segundo proceso aceite esencial de romero, ambos procedentes de especies vegetales presentes en nuestra Comunidad.

- *Secado por pulverizado*: consiste en eliminar el solvente de una emulsión, solución o dispersión, de forma instantánea mediante la aplicación de calor. El resultado de este proceso es la formación de pequeñas esferas en cuyo interior se encuentra el principio activo a encapsular.
En el proceso se han definir y optimizar una serie de variables experimentales siendo éstas:

- Temperatura de entrada: 90, 110, 160 °C.
- Potencia de la bomba: 20%.
- Flujo de aire: 60,24 l/h (4,5 cm).
- Potencia de aspiración: 75%.
- Componentes de la emulsión: Goma arábica, material encapsulante y aceite esencial de orégano como materia activa.
- Relación másica encapsulante/material a encapsular, 1:1 y 1:2.

- *Co-extrusión y gelificación externa*: Este proceso de encapsulación se da cuando un líquido fluye en estado laminar y se rompe en gotas de un mismo tamaño gracias a una vibración superpuesta. A continuación estas gotas gelifican sobre un disolución iónica, dando como resultado, la encapsulación del principio activo (Core) recubierto por un polímero (Shell).

Los parámetros y variables del equipo objeto de estudio son los siguientes:

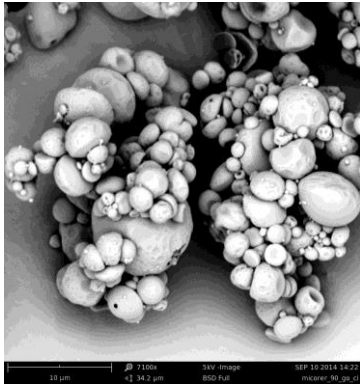
- Frecuencia: 400 Hz.
- Potencial: 250 V.
- Boquilla externa (Shell): 0,4 mm.
- Boquilla interna (Core): 0, 2mm.
- Concentración Alginato: 1, 3, 3,5 y 4%.
- Concentración CaCl₂: 0,5 M.

Para conocer la morfología de las microcápsulas obtenidas y determinar las variables óptimas de ambos procesos, se utilizan técnicas como la microscopía electrónica de barrido (SEM) para el caso de las microcápsulas obtenidas por secado por pulverización, y la lupa estereoscópica para las obtenidas mediante gelificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Microscopia Electrónica de Barrido

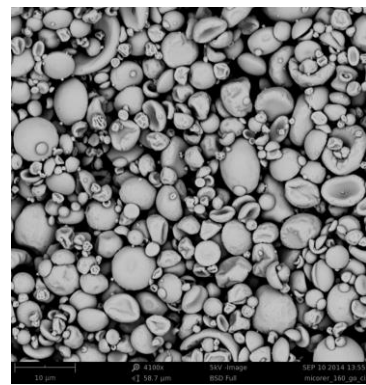
- *Secado por pulverización, Mini- Spray*



90°C

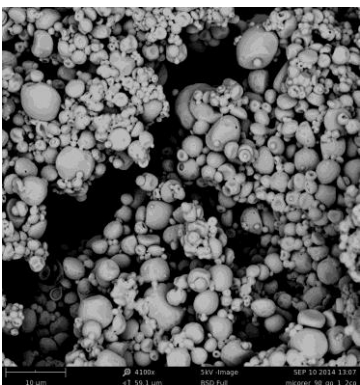


110°C

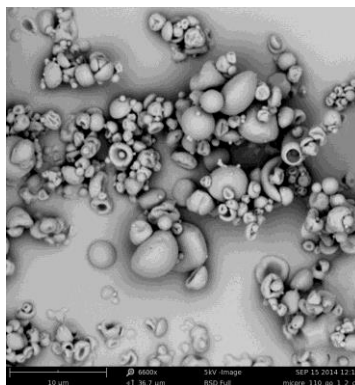


160°C

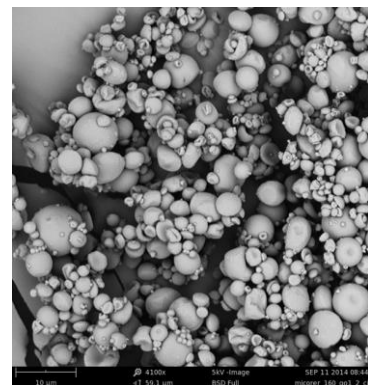
A) Relación másica 1:1



90°C



110°C



160°C

B) Relación másica 1:2

Figura 1. Influencia temperatura de entrada y relación másica, material encapsulante y material encapsulado.

Se observa como al utilizar las relaciones másica de 1:2 y temperaturas de 160°C las microcápsulas obtenidas presentan formas esféricas.

- *Co-extrusión y gelificación externa*

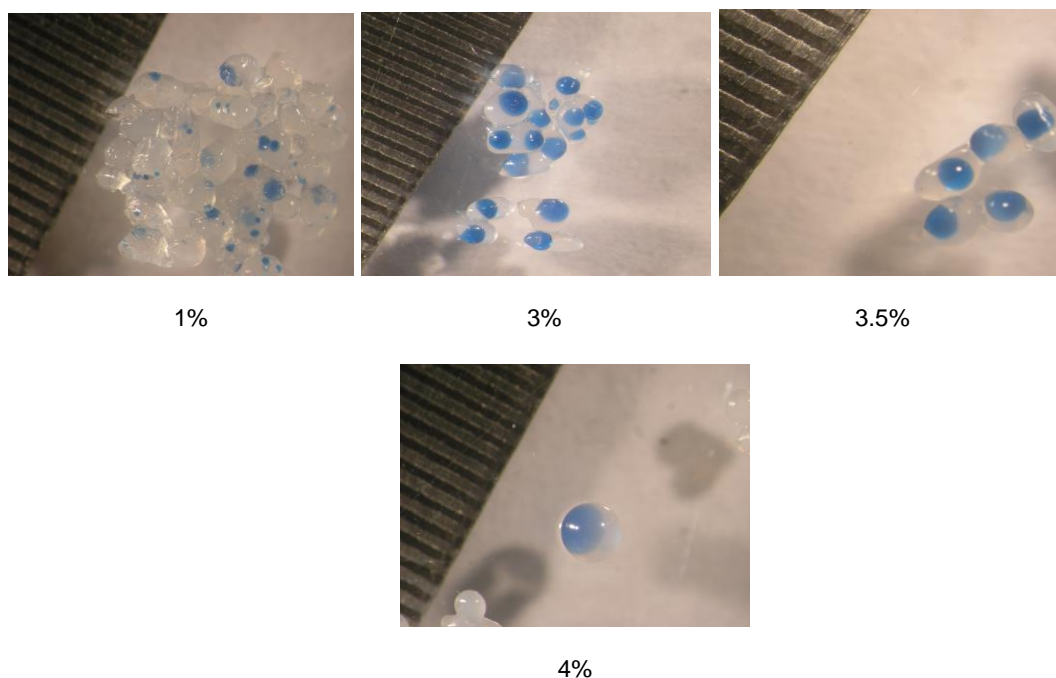


Figura 2. Influencia de la concentración de Alginato (%) en la morfología de las microcápsulas.

Concentraciones de alginato del 4% permiten obtener microcápsulas con forma esférica.

CONCLUSIONES

La optimización de ambos procesos de encapsulación permite la obtención de microcápsulas con formas esféricas, el tamaño de las mismas varía en función del equipo utilizado. La encapsulación de aceites esenciales naturales para su aplicación en el campo de los agrotexiles aumenta el campo de aplicación de los productos microencapsulados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al IVACE (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial) y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional por la financiación del presente proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Katerinopoulos E.H. ; Pagona G. ; Afratis A. ; Stratigakis N. ; Roditakis N., Composition and insect attracting activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis*. *Journal of chemical ecology*, 31(1),111-122, (2005).
- [2] Boh B., Kornhasuer A., Reducing the toxicity of pesticides. *Critical reviews in analytical chemistry*, 33 (4), 281-284, (2003).
- [3] Krishnam S., Bhosale R., Singhal R. S., Microencapsulation of cardamom oleoresin: Evaluation of blends of gum Arabic, maltodextrin and a modified starch as wall materials. *Carbohydrate Polymers*, 61, 95-102, (2005).

Modelo de TRACE para simular el arranque en reactores de agua en ebullición

S. Carlos, F. Sánchez Sáez, S. Martorell

Departament d'Enginyeria Química i Nuclear, Universitat Politècnica de València

Camí de Vera s/n, València, (València)

e-mail: scarlos@iqn.upv.es

RESUMEN

En la puesta en marcha de los reactores nucleares de agua en ebullición al aumentar la potencia y la presión pueden aparecer fenómenos de inestabilidades termohidráulicas que deben ser minimizadas para garantizar que durante el proceso de puesta en marcha la instalación permanezca en condiciones seguras. Para estudiar este fenómeno se ha realizado un modelo simplificado de un lazo para el código termohidráulico TRACE en condiciones similares a las que se encuentra el reactor durante la puesta en marcha y de esta manera entender mejor el fenómeno de las inestabilidades para poder evitarlas.

INTRODUCCIÓN

Durante el arranque de un reactor nuclear de agua en ebullición, se producen oscilaciones debido a las inestabilidades producidas por el comportamiento del flujo. Al aumentar la potencia se produce un aumento de presión y temperatura que lleva al agua a condiciones bifásicas. Antes de conseguir estabilizar un caudal constante el sistema pasa por diversas zonas de turbulencias en las que se producen oscilaciones en el flujo [1]. Para estudiar este fenómeno es interesante hacer uso de los códigos termohidráulicos que se emplean en los estudios de seguridad de las centrales para analizar este y otros fenómenos como otras como son el RELAP [2] o el TRACE [3], los cuales pueden reproducir las situaciones por las que debe pasar la planta desde la situación de parada hasta plena potencia. En este trabajo en concreto se ha desarrollado el estudio con el código TRACE.

DESARROLLO DE LAS SIMULACIONES

Para simular las inestabilidades que se producen en una central nuclear de agua en ebullición durante su arranque se ha recurrido a la instalación experimental *Natural Circulation Test Facility (NCTF)*, que representa un lazo a escala diseñado para investigar diferentes fenómenos que pueden ocurrir en el arranque de un reactor de agua en ebullición de circulación natural (NCBWR) [1]. La Figura 1 muestra la instalación experimental y el modelo de TRACE que se ha construido para dicha instalación. En la Figura 1 se muestra la zona calentada, que simula uno de los canales del núcleo del reactor. La entrada de esta zona el agua se encuentra subenfriada y a la salida se encuentra como mezcla bifásica.

Es necesario obtener un modelo de la instalación adecuado para reproducir los fenómenos físicos. De este modo, se ha realizado un estudio de sensibilidad del modelo utilizado en la nodalización de la zona calentada y el ajuste de las pérdidas de

carga en esta sección a partir de datos experimentales de situaciones reales de planta obtenidas en la referencia [1].

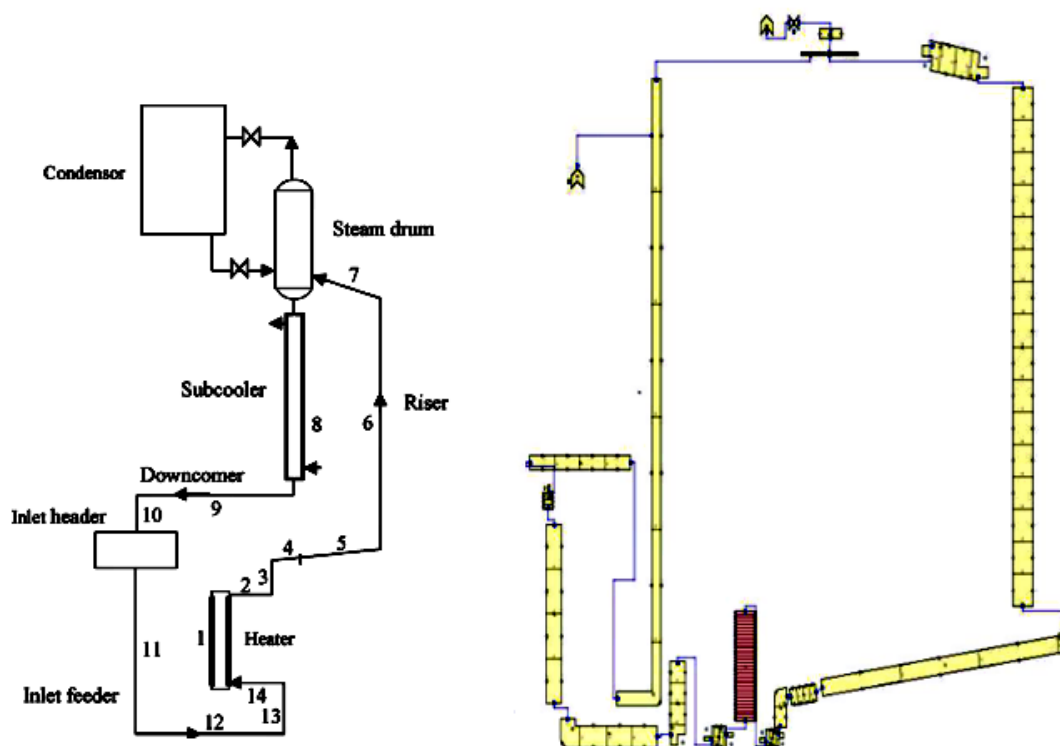


Figura 1. Vista de la instalación y su modelo para TRACE.

Así se ha desarrollado un modelo de TRACE utilizando un componente PIPE, unidimensional con 16 y 32 nodos axiales y un componente VESSEL, tridimensional con 16 y 32 nodos axiales. Además, en este último caso, se ha considerado uno y dos nodos radiales. Con estas combinaciones se han diseñado y ajustado un total de cinco modelos con el código TRACE. Para cada uno de ellos se ha realizado una simulación de 2500 s de catorce estacionarios con las temperaturas y presiones que aparecen en la Tabla 1. Para cada situación se han obtenido las pérdidas que mejor ajuste proporcionan del caudal que pasa por el núcleo y se ha calculado el error cometido comparando el caudal experimental. Se observa que en la configuración unidimensional al aumentar el número de nodos no mejora el error medio, aunque sí el valor del caudal en algunas situaciones a bajas presiones. Sin embargo la introducción del componente VESSEL con un mayor detalle sí que consigue mejorar el error medio global del 6.1 al 5.3. En dicha tabla se muestran además los cálculos realizados con un modelo de RELAP en la referencia [1]. Se observa que el error medio global que los autores dan por válido para realizar sus cálculos es mayor que el que se obtiene con cualquiera de los modelos de TRACE que se han diseñado.

Con el modelo de TRACE V3D_32_2R, que corresponde al que ha obtenido un error medio menor en las situaciones estacionarias estudiadas, se aborda el problema de la subida de potencia. En un primer momento se ha supuesto que la instalación se encuentra a presión atmosférica y sin potencia, puesto que se simula la situación en la que se empieza la subida de carga. A los 100 s de iniciada la simulación se aumenta

la potencia en 1 kW. La Figura 2 muestra la evolución del caudal a la entrada de la zona calentada, y se aprecian las oscilaciones que aparecen en los reactores.

Tabla 1. Resultados de los modelos comparados con los experimentales

Presión (Pa)	Potencia (W)	Caudal (kg/s)						
		Exp.	RELAP	TRACE PIPE_16	TRACE PIPE_32	TRACE V3D_16	TRACE V3D_32	TRACE V3D_32_2R
1.5E+06	2.77E+04	0.140	0.180	0.150	0.150	0.150	0.150	0.140
1.5E+06	2.40E+04	0.140	0.178	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
1.5E+06	2.02E+04	0.150	0.179	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
1.5E+06	1.66E+04	0.160	0.196	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
1.5E+06	1.42E+04	0.160	0.192	0.150	0.150	0.150	0.150	0.140
8.0E+05	9300	0.170	0.205	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
8.0E+05	1.14E+04	0.170	0.200	0.160	0.160	0.170	0.160	0.160
8.0E+05	1.42E+04	0.160	0.180	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
8.0E+05	1.71E+04	0.150	0.190	0.160	0.160	0.160	0.160	0.150
8.0E+05	1.93E+04	0.140	0.170	0.160	0.150	0.160	0.150	0.150
8.0E+05	2.14E+04	0.130	0.160	0.150	0.160	0.160	0.150	0.150
2.0E+05	7600	0.190	0.170	0.200	0.190	0.200	0.200	0.190
2.0E+05	8200	0.200	0.185	0.200	0.200	0.200	0.200	0.190
2.0E+05	8700	0.210	0.190	0.200	0.190	0.200	0.200	0.190
Av. Error		NA	19.1	6.1	6.1	6.2	5.6	5.3
Pérdidas		NA	(-)	66	31.9	66	31.9	31.9
Modelo		NA	PIPE	PIPE	PIPE	VESSEL	VESSEL	VESSEL
Nodos		NA	8	16	32	16	32	2x32

Estas oscilaciones deben ser analizadas y controladas para asegurar un arranque seguro del reactor. Las oscilaciones son mayores en los primeros segundos, en los que la presión se mantiene baja, como se aprecia en la Figura 3. Se observa que al ir aumentando la presión la amplitud y tipo de oscilación cambia por lo que es necesario realizar una clasificación y estudio de dichas oscilaciones en diferentes instantes del procedimiento de arranque del reactor. En las simulaciones realizadas mediante TRACE aparece un problema a subsanar que consiste en la aparición de flujos nulos que no tienen un significado físico.

CONCLUSIONES

Durante el proceso de arranque de los reactores de agua en ebullición se aprecian oscilaciones en el caudal, sobre todo en zonas de bajas presiones y potencias, que deben analizarse. Para ello, se han construido diferentes modelos para el código TRACE, que se han ajustado a datos experimentales proporcionando buenos resultados para distintas configuraciones estacionarias. Además, con el modelo que presenta un error medio menor se ha realizado una primera aproximación al transitorio que se pretende estudiar, considerando un escalón de potencia, con lo que se observan las diferentes oscilaciones de caudal dependiente de la presión a la que se

encuentre el sistema que deben ser clasificadas y analizadas para establecer un procedimiento de arranque seguro de la planta.

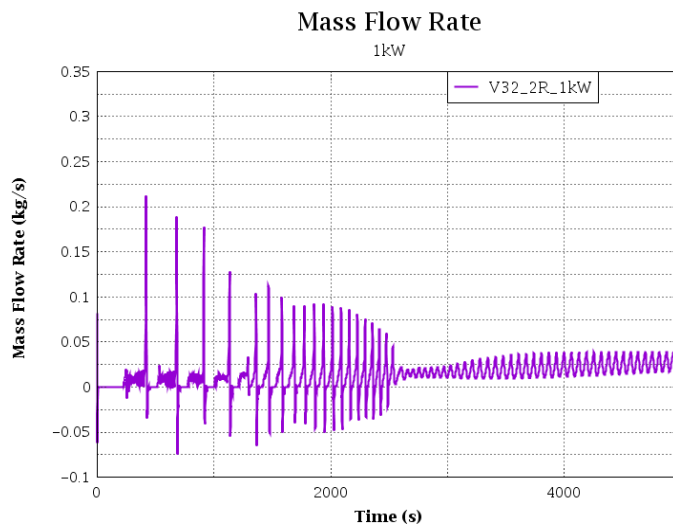


Figura 2. Evolución del caudal en la zona calentada.

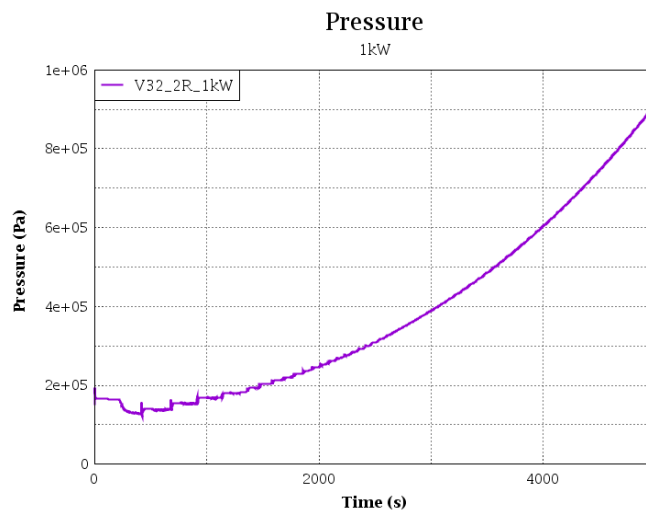


Figura 3. Evolución de la presión.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Consejo de Seguridad Nuclear la financiación recibida a través del Acuerdo Específico de Colaboración CSN/UPV: Proyecto Masa SIN/4078/2013/640, dentro del cual se ha desarrollado este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Fukuda K, Kobori T. Journal of Nuclear Science and Technology 16 (2). 95-108 (1979).
- [2] Lakshmanan S.P., Pandey M., Pradeep Kumar P., Iyer Kannan N., Nuclear Engineering and Design 239. 1076-1083 (2009).
- [3] Carlos S., Sanchez-Saez F., Martorell S.. Progress in Nuclear Energy 77. 224-238 (2014).

La Resiliencia Empresarial como ventaja competitiva

R. Sanchis, R. Poler

*Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de la Producción
Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universitat Politècnica de València
Centre d'Innovació i Investigació. Calle Alarcón, 1. 03801 Alcoy (Alicante)
e-mails: rsanchis@cigip.upv.es, rpoler@cigip.upv.es*

RESUMEN

Las empresas están cada vez más expuestas a amenazas, imprevistos y situaciones disruptivas que provocan alteraciones en su rendimiento empresarial. Las empresas precisan ser resilientes para dar una respuesta rápida y hacer frente ante dichas disrupciones. La resiliencia empresarial es una capacidad clave para hacer frente de manera sostenible y eficiente a las disrupciones, de forma que sea fuente de ventaja competitiva frente a aquellas empresas menos resilientes. Para ello, se precisa de mecanismos que analicen el grado de resiliencia empresarial, para obtener información relevante de cómo implementar un proyecto de mejora de la resiliencia empresarial como factor clave no solo para aumentar la competitividad sino para asegurar la continuidad y supervivencia empresarial a largo plazo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas se enfrentan a entornos de incertidumbre debido a la actual situación económica mundial. Los mercados son cada vez más exigentes, requieren productos con mayor grado de personalización, los tiempos de entrega solicitados son cada vez más reducidos, se requiere de una gran precisión en la respuesta al cliente, y la eficiencia empresarial a todos los niveles es crítica para sobrevivir en este entorno turbulento. Las empresas se enfrentan a acontecimientos inesperados, que tienen que gestionar eficientemente, para poder salir airoso y continuar con sus niveles de operación estándares. Dichos eventos inesperados son acuñados por muchos autores en la literatura como disrupciones. Las disrupciones son perturbaciones no planificadas e inesperadas que alteran el flujo normal de productos y materiales en una empresa o cadena de suministro [1, 2].

La capacidad empresarial para contrarrestar los efectos de las disrupciones si es que acontecen y/o prevenirlas antes de su ocurrencia, ha sido definida como Resiliencia Empresarial (RE). Es la capacidad de las organizaciones para disminuir la vulnerabilidad, habilidad para cambiar y adaptarse así como la habilidad para recuperarse rápidamente ante imprevistos [3]. La RE se considera como una capacidad adaptativa de la empresa, es decir como la habilidad para tratar, adaptarse y recuperarse ante una perturbación. La RE muestra cómo de bien una empresa puede disminuir su nivel de vulnerabilidad ante disrupciones tanto esperadas como no esperadas; cómo de flexible es reorganizándose a pesar del entorno cambiante y cómo de efectiva puede ser recuperándose en el menor tiempo posible y con el menor coste [4].

La RE es una de las condiciones para el desarrollo económico sostenible de las empresas y de sus cadenas de suministro [5], junto con una fuente de ventaja competitiva. La RE es la clave para desarrollar un plan estratégico que sea sostenible y capaz de producir resultados que sean mejores que los de los competidores menos resilientes [6]. La RE crea una ventaja competitiva sobre otras empresas al saber

gestionar las adversidades internas y externas, enfrentándolas, sobreponiéndolas y aprendiendo de ellas para fortalecerse. Además la RE es vista como una oportunidad para el aprendizaje. Una empresa resiliente es capaz de mantener una ventaja competitiva a través del tiempo por medio de su capacidad para desarrollar dos habilidades al mismo tiempo: (i) desempeñarse de forma excelente hacia los objetivos de la empresa e (ii) innovar y adaptarse eficazmente a los mercados en tiempos de cambios rápidos y turbulentos. La RE es una ventaja, no solo para aumentar la competitividad, sino para asegurar la continuidad y supervivencia empresarial a largo plazo. Pero para ello, el primer paso se centra en analizar el grado de RE, tarea compleja y de la cual hay pocas evidencias en la literatura.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE RESILIENCIA EMPRESARIAL

Para alcanzar la RE y evaluar las disrupciones, se precisa de métodos, enfoques y herramientas que sean capaces de analizar cuan resiliente es una empresa para centrar sus esfuerzos en aquellas áreas más vulnerables a sufrir los efectos negativos de una disrupción.

El área de investigación relacionada con la RE es reciente y por ello, en la literatura se han encontrado pocas referencias que apunten y describan metodologías y herramientas de evaluación de la capacidad de RE.

Situación AS IS – Revisión sobre enfoques de análisis de la capacidad de RE

Algunos autores afirman que la RE tiene características emergentes, por ello no puede medirse directamente como una evaluación del estado actual de una entidad sino que debe entenderse como una capacidad con propiedades en evolución y por ello apuntan a la dinámica de sistemas como método de medida y análisis [7]. Otros autores utilizan modelos matemáticos de optimización con el objetivo de valorar la capacidad de recuperación [8]; e incluso se utiliza la combinación de dos técnicas de modelado: el modelo de sistema viable y el modelado de sistemas blandos [9] para identificar los procesos clave que den respuesta a cambios inesperados ante situaciones extremas. Otros estudios proponen la utilización de árboles jerárquicos que descomponen los objetivos de la RE en atributos para su estudio y análisis [10]; mientras otros sugieren la utilización de mapas de vulnerabilidad [11] para analizar la probabilidad de ocurrencia de las diferentes disrupciones junto con su capacidad de RE para contrarrestarlas.

Por otro lado, también existen estándares, como la norma British Standard BS 25999, que se centran en gestionar la continuidad de una organización en caso de que se vea afectada por una disrupción.

Situación TO BE – Marco deseado de análisis de la capacidad de RE

Pese a que las compañías son conscientes de la importancia de la RE en el contexto actual en el que vivimos, son pocas las herramientas y/o metodologías (tal y como se muestra en la revisión de la literatura realizada en el apartado anterior de Situación AS IS) que sustentan emprender un proyecto de evaluación, análisis y mejora de la RE. Normalmente las empresas desean gestionar su capacidad de RE, pero argumentan falta de recursos o de medios para evaluar dicha capacidad.

Es por ello que se precisa de una metodología que guíe el proceso de medición y análisis de la RE así como de una herramienta operativa, fácil de utilizar y que

proporcione información relevante acerca de los puntos débiles de la empresa que pueden provocar que, ante una disrupción, la empresa no pueda sobrevivir a dicha turbulencia.

Por otro lado, es importante definir las propiedades principales de la capacidad de RE, para focalizar su análisis y medición, en dichos aspectos. Mediante un análisis bibliográfico se identifica que la capacidad de RE, es función de: (i) la vulnerabilidad empresarial; (ii) la capacidad de recuperación y (iii) su capacidad adaptativa [12] que serán los elementos clave de la propuesta metodológica de la presente investigación. La metodología diseñada consta de 5 fases, tal y como se muestra en la Figura 1.

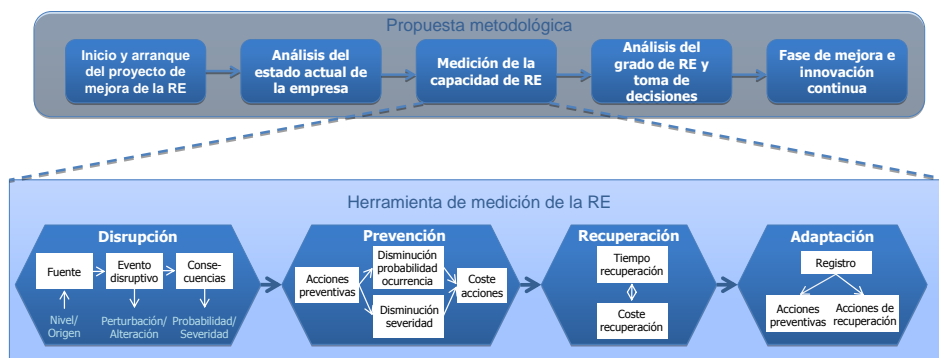


Figura 1. Propuesta metodológica y herramienta de medición de la RE

- Inicio y arranque del proyecto de mejora de la RE. En esta fase es de vital importancia, el compromiso de la dirección, para equilibrar el balance entre los objetivos basados en la eficiencia de los sistemas productivos y los objetivos de la RE. Debe haber una disposición para invertir en RE y asignar recursos para mejorar la RE de una manera proactiva y oportuna a pesar de las presiones y objetivos de eficiencia productiva.
- Análisis del estado actual de la empresa. Para hacer una empresa resiliente ante disrupciones es necesario entenderla profundamente, se debe tener un conocimiento detallado de las relaciones internas, y de los flujos de información y de materiales. Además de estas relaciones intra-empresa, también se precisa conocer las relaciones de la red de suministro que conecta a la empresa con cada una de las entidades, con el objetivo de tener una visión global de la red de relaciones.
- Medición de la capacidad de RE. Esta fase contará con el desarrollo de una herramienta web de auto-evaluación de la RE para identificar aquellas disrupciones ante las cuales la empresa presenta mayor vulnerabilidad, y se estudiará su capacidad preventiva (si las disrupciones son predecibles), para anticiparse de manera pro-activa ante los efectos negativos de la disrupción; su habilidad de recuperación (si las disrupciones no son predecibles), para poder minimizar de forma reactiva las consecuencias adversas que la/s disrupción/es provoque/n y su capacidad adaptativa mediante técnicas de gestión del conocimiento para utilizar el conocimiento pre-existente sobre disrupciones ya acontecidas.
- Análisis del grado de RE y toma de decisiones. La medición de la capacidad de RE dotará a la empresa de información relevante para conocer aquellas áreas claves en las que es crítico tomar decisiones acerca de la implementación de acciones preventivas o conocer los protocolos de actuación ante la inminente ocurrencia de una disrupción. La herramienta de la fase anterior proporcionará, mediante

técnicas de optimización, información sobre las acciones más adecuadas que minimicen los costes de implementación de las acciones de prevención y/o recuperación.

- Mejora e innovación continua cuyo objetivo es construir una ventaja competitiva decisiva, mediante la generación de opciones y alternativas ante una disrupción potencial para realinear los recursos más rápidamente que sus competidores.

CONCLUSIONES

La RE es una capacidad empresarial en pleno auge debido a la difícil situación mundial que se está viviendo. Las empresas deben estar más atentas que nunca a las señales del entorno para poder reaccionar de forma proactiva a los cambios imprevistos que se van sucediendo. En este contexto actual, se precisan de mecanismos que guíen a las empresas para gestionar su capacidad de RE de manera eficiente, pues dicha capacidad no sólo es una ventaja relacionada con la competitividad de las empresas actuales sino que está más relacionada con la continuidad y supervivencia de las mismas a largo plazo. En el presente estudio se muestra una visión global de las fases de la propuesta metodológica que pretende servir de ayuda a las empresas actuales que deseen implementar proyectos de mejora de la RE. Una de las fases más importante se centra en la medición de esta propiedad.

Las líneas futuras de investigación irán orientadas a la definición detallada de cada una de las etapas que componen las diferentes fases de la propuesta metodológica y al desarrollo de la herramienta de medición de la RE, que proporcionará información relevante acerca de las acciones preventivas, de recuperación y adaptativas más adecuadas para asegurar la capacidad de RE.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo será parcialmente financiado por la Comunidad Europea en el Programa FP7 (FP7/2007-2013) cuyo número de subvención es NMP2-SL-2009-229333.

REFERENCIAS

- [1] Svensson G., Int J Phys Distr Log., 32:2, 110-134 (2002).
- [2] Kleindorfer PR, Saad GH., Int J Oper Prod Man., 14:1, 53-68 (2005)
- [3] Erol O, Henry D, Sauser B, Mansouri M., SysCon., (2010).
- [4] Gallopín GC., Global Environ Chang., 16:3, 293-303 (2006).
- [5] Hamel G, Valikangas L., Harvard Bus Rev., 81:9, 52-65 (2003).
- [6] Stoltz PG., (2004). Lead Lead., 31, 16-20 (2003).
- [7] Dalziel EP, McManus ST., IFED (2004).
- [8] Rose A, Liao S., Can J Reg Sci., 45:1, 75 (2005).
- [9] Wreathall J., Sym Res Eng. (2008).
- [10] Stolker RJM, Karydas DM, Rouvroye JL., Sym Res Eng. (2008).
- [11] Sheffi Y, Rice Jr JB., MIT Sloan Manage Rev., 47:1, 41-48 (2005).
- [12] Sanchis R, Poler R., IFAC Symp Series., 7:1, 700-705, (2013).

Redes Colaborativas de Fabricación en Nube. El proyecto Europeo H2020: C2NET (Cloud Collaborative Manufacturing Networks)

R. Sanchis, R. Poler

*Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de la Producción
Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universitat Politècnica de València
Centre d'Innovació i Investigació. Calle Alarcón, 1. 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: rpoler@cigip.upv.es*

RESUMEN

La colaboración, es una tendencia en la gestión de las redes de suministro, que se basa en la planificación, coordinación e integración de procesos de forma conjunta entre todas las entidades de la red. Debido a las características actuales de incertidumbre en los mercados y crisis económica, se precisa de herramientas que fomenten la colaboración para reducir costes e incrementar la confianza y responsabilidad frente a los requerimientos del mercado. El presente estudio muestra las líneas de investigación del proyecto europeo H2020: C2NET, que van dirigidas hacia el desarrollo de un espacio en la Nube con herramientas de optimización y de gestión ágil, con interfaces intuitivas a través de cualquier dispositivo que proporcionan información en tiempo real a toda la red con el fin de mejorar sus procesos decisionales.

INTRODUCCIÓN

La globalización, las Tecnologías de la Información y Comunicación y la innovación de procesos han revolucionado en las últimas décadas la organización de las cadenas de valor. A pesar de que las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMEs) representan el 99% [1] de las empresas europeas, su decadencia se ha incrementado en los últimos años debido a la actual situación económica. La Comisión Europea apunta que la colaboración dentro de una red de empresas puede ser una estrategia razonable para la prevención de esa decadencia de especialización tradicional de las PYMEs [2].

En la economía global, hay un creciente interés en nuevas estructuras organizativas, que sean lo suficientemente flexibles para responder a los cambios del mercado y al mismo tiempo, lo suficientemente sólidas como para asumir proyectos colaborativos. Las redes de empresas han sido identificadas como instrumentos fundamentales para la implementación de la estrategia 2020 de la Unión Europea (UE). La iniciativa emblemática de la EU "Unión por la innovación" y "Una política industrial integrada para la era de la globalización" [3] se refieren específicamente a las redes de empresas como herramientas clave para alcanzar dicha estrategia. Actualmente, la competitividad y el crecimiento de la industria tiende hacia sistemas industriales innovadores de alto rendimiento y empresas ágiles interconectadas a través de la creación y consolidación de redes colaborativas. Las cadenas de suministro tradicionales se basan en modelos centralizados de toma de decisiones, donde la mayor parte de los actores deben adaptarse a las restricciones definidas por unos pocos. Experiencias en el mundo real revelan que cuando la toma de decisiones no es colaborativa se obtiene un rendimiento menor y en los actuales mercados altamente dinámicos, esto genera grandes ineficiencias en el funcionamiento de toda la red.

El requisito más importante para hacer frente a estos retos es la **colaboración**. La fabricación colaborativa garantiza un circuito de retroalimentación constante, sin rupturas de comunicación entre los diseñadores de productos, ingenieros, instalaciones productivas y clientes. En las redes de suministro colaborativas, los fabricantes pueden ofrecer servicios de valor añadido (por ejemplo, mantenimiento, actualización...) o incluso vender sus productos "como un servicio". La gestión de servicios de forma remota ayuda a mejorar el tiempo útil de equipos, reduce los costes por servicio (por ejemplo, gastos de viaje...), aumenta la eficiencia de los servicios y acelera los procesos de innovación (por ejemplo, la actualización remota del software del dispositivo).

El rendimiento de las redes de fabricación se puede mejorar significativamente a través de relaciones más armoniosas y equitativas entre empresas, conformando un modelo de toma de decisiones colaborativo y proporcionando importantes beneficios, principalmente en términos de: (i) Mejora de la competitividad global, la innovación y la adaptabilidad en escenarios colaborativos empresariales; (ii) Intercambios transfronterizos e inter-empresa, construyendo de este modo, empresas en red que se sustenten mediante esquemas colaborativos estables en un paradigma empresarial basado en la colaboración y coordinación; (iii) Reducción de costes, a través de la optimización global y la eliminación de las ineficiencias en los procesos; (iv) Mejora de la calidad del trabajo y habilidades de los recursos humanos, mediante una gestión y difusión del conocimiento mejorada, lo cual permite una mejor comprensión de la dinámica y flujos de información, y una definición más precisa de sus funciones y responsabilidades; (v) Ventajas de los consumidores finales, sobre todo disminución de los tiempos de entrega y costes; (vi) Capacitación de las PYMEs y mejora de la accesibilidad; (vii) Optimización en el uso de materiales, gestión de residuos así como consumo de energía basada en planes de producción y suministro más racionales y homogéneos, así como una fuerza de trabajo e inventarios más balanceados.

PROYECTO EUROPEO C2NET

El proyecto Europeo C2NET: "Redes Colaborativas de Fabricación en Nube" (*Cloud Collaborative Manufacturing Networks*) es un proyecto financiado por el Programa Horizonte 2020 de la Unión Europea, en la convocatoria de "Factorías del Futuro" en el tema: "Optimización de procesos de los activos de fabricación".

Objetivo

Actualmente, las PYMEs Europeas no tienen acceso a sistemas avanzados de gestión y a herramientas colaborativas debido a su escasez de recursos [4]. Las cadenas de valor formadas por PYMEs son distribuidas y dependientes de información y flujos de materiales complejos, que requieren de nuevos enfoques para reducir la complejidad de los sistemas de gestión de fabricación. En este contexto, se precisan de herramientas ubicuas que apoyen la colaboración entre las diferentes entidades de la cadena de valor y que ofrezcan algoritmos avanzados para lograr la optimización global y local de los activos de fabricación y responder de forma más rápida y eficiente a los cambios imprevistos. El principal objetivo de C2NET es la construcción de una nueva arquitectura en la nube que proporcione a las PYMEs, herramientas asequibles (en términos de coste y facilidad de uso) para ayudar a superar la actual situación de crisis económica y mejorar su competitividad en la economía mundial.

Por tanto, su objetivo se basa en la creación de herramientas en la nube para apoyar la optimización de Redes de Fabricación compuestas principalmente por PYMEs y sus

activos logísticos mediante la gestión de la demanda, producción y planes de suministro de forma colaborativa.

Plan de trabajo

El plan de trabajo del proyecto se divide en 9 Paquetes de Trabajo (PTs) que se muestran en la Figura 1.

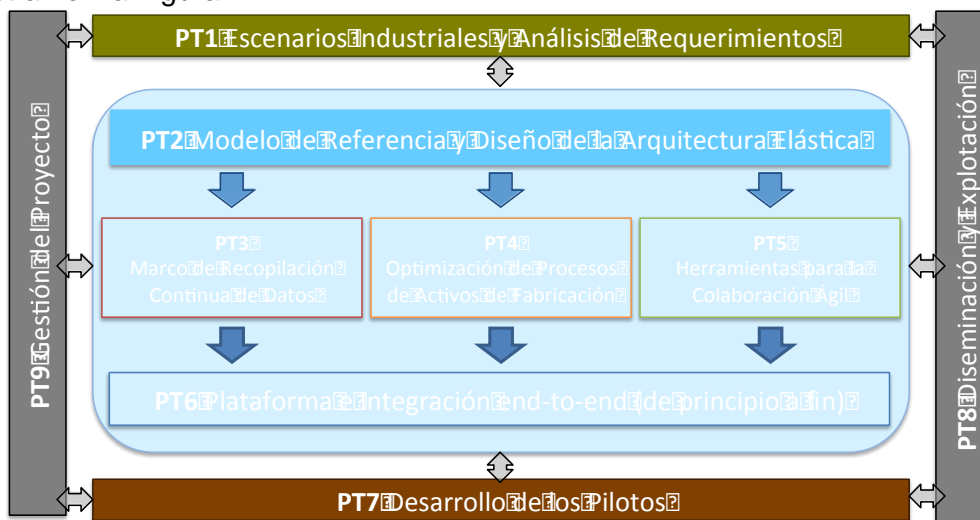


Figura 1. Plan de trabajo del proyecto C2NET

El PT1 ofrecerá la caracterización de los escenarios industriales con el objetivo de proporcionar información relevante para el desarrollo de los siguientes 5 PTs. El PT2 definirá el modelo de referencia, junto con el diseño de una arquitectura elástica capaz de proporcionar a la industria, las funcionalidades necesarias para la fabricación colaborativa. El modelo de referencia y la arquitectura servirán de base para el desarrollo de las herramientas que (i) almacenarán de forma segura y compartirán información relevante entre entidades de la red de suministro, a través del Marco de Colección Continua de Datos (PT3) (ii) apoyarán la optimización de la red de suministro tanto de los procesos de fabricación como de los activos logísticos (PT4) y (iii) ayudarán a los decisores sobre los procesos colaborativos para que se desarrollen de forma ágil (PT5). El PT6 desarrollará la plataforma en la nube, especificada y diseñada en el PT2 con repositorios de datos definidos en el PT3, los optimizadores desarrollados en el PT4 y las herramientas colaborativas del PT5. El PT7 tiene el objetivo de implementar los resultados desarrollados previamente para proporcionar retroalimentación. Además, implementará las herramientas desarrolladas en los PT3, PT4 y PT5 en empresas industriales del consorcio con el fin de satisfacer sus requisitos. La integración de los resultados se realizará en el PT6, con el lanzamiento de la plataforma en la nube, que también será testeada e implementada a través de actividades de pilotaje. Finalmente, el PT8 realizará actividades de diseminación y explotación de los resultados y el PT9 se encargará de la gestión global del proyecto.

Resultados esperados

El proyecto C2NET generará una **Plataforma en Nube**, que integrará:

- El **Marco de Colección Continua de Datos**, que proporcionará los componentes software y hardware necesarios para una recopilación continua de datos basada en la Internet de las Cosas de los recursos de la red de suministro. El marco tendrá el objetivo de sustentar la funcionalidad de fabricación colaborativa de forma ventajosa pues se aprovechará de los beneficios de los entornos en nube, que

- permite soluciones que son altamente escalables y que siempre están disponibles.
- Los **Optimizadores, que mediante el desarrollo de algoritmos avanzados de optimización**, apoyarán la fabricación y logística de las redes mediante la computación de los planes de producción, reaprovisionamiento y suministro colaborativos para así lograr tiempos de entrega más reducidos, mayor velocidad y consistencia en la producción y un uso eficiente de los recursos de producción lo que supondrá un ahorro de energía.
 - Las **Herramientas Colaborativas** para proporcionar un conjunto de instrumentos para, de manera flexible y ágil, gestionar los procesos colaborativos. Dichas herramientas incrementarán la capacidad de respuesta de las diferentes entidades de la red de forma que se reaccionará con mayor rapidez y de forma más adecuada a los problemas a corto plazo, las interrupciones y los cambios (cambios repentinos de demanda, deficiencias imprevistas, fallos inesperados, etc.). Para alcanzar este objetivo, las herramientas reducirán notablemente el tiempo de transmisión de la información entre los dispositivos y los decisores a lo largo de toda la cadena de valor.

CONCLUSIONES

El proyecto C2NET proporcionará una arquitectura a tiempo real escalable, así como una plataforma en la Nube que albergará diferente software para permitir a las diferentes entidades de la red de suministro: (i) Gestionar la complejidad y la seguridad de los datos de la red de suministro; (ii) Almacenar y compartir datos de productos, procesos y logística; (iii) Optimizar los activos de fabricación a través de la computación colaborativa de los planes de producción; (iv) Optimizar los activos logísticos a través de planes de entrega eficientes y (v) Hacer que el conjunto completo de información de gestión de la cadena de suministro está disponible en el cualquier dispositivo móvil (PC, tabletas, smartphones...) de los decisores para de esta forma facilitarles las tareas de control, visualización, y que puedan compartir la información y datos necesarios para poder colaborar eficientemente.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo será parcialmente financiado por la Comunidad Europea en el Programa H2020 (H2020-FoF-01-2014) con el Proyecto "Cloud Collaborative Manufacturing Networks" cuyo número de propuesta es 636909.

REFERENCIAS

- [1] European Commission. Enterprise and Industry. (2013). [Fact and figures about the EU's Small and Medium Enterprise \(SME\)](#). [en línea]. [Fecha de consulta: 30 de enero de 2013].
- [2] European Commission. Enterprise and Industry. (2012). [European Competitiveness Report 2012. Reaping the benefits of globalization](#). [en línea]. [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2013].
- [3] European Commission. [An Integrated Industrial Policy for the Globalisation Era. Putting Competitiveness and Sustainability at Centre Stage](#). [en línea]. [Fecha de consulta: 12 de enero de 2013].
- [4] European Commission. (2005). [The New SME Definition: User Guide and Model Declaration](#). [en línea]. [Fecha de consulta: 8 de enero de 2013].

Abordando el proceso de alineación de estrategias entre los socios de una red de fabricación colaborativa

B. Andrés, R. Poler

*Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de la Producción.
Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universitat Politècnica de València.
Centre d'Innovació i Investigació. Calle Alarcón, 1, 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: beaanna@cigip.upv.es, rpoler@cigip.upv.es*

RESUMEN

La participación de las empresas en redes colaborativas (*collaborative networks*, CN) ha aumentado a lo largo de los últimos años debido a las ventajas competitivas y beneficios que éstas obtienen. No obstante, cuando las empresas, especialmente las PYMEs, deciden participar en una CN, se encuentran con una serie de limitaciones (de recursos, capacidades, monetarias, culturales, etc.) que se pueden dificultar el establecimiento de procesos colaborativos. Este trabajo se centra en el proceso colaborativo de alineación de estrategias, destacando su influencia en el éxito de una CN. Para abordar dicho proceso se ha desarrollado un marco (modelo, metodología y herramienta) que permitirá identificar cuáles son las estrategias que están alienadas, de entre todas las formuladas por los socios que participan en la CN. La aplicación del marco propuesto resulta en la eliminación de conflictos entre las estrategias activadas por las empresas que forman la red. Favoreciendo aumentos en el rendimiento de la CN y generando relaciones de colaboración más estables, garantizando el buen funcionamiento de la misma.

INTRODUCCIÓN

Una CN consiste en un conjunto de entidades heterogéneas y autónomas en las que cada entidad define sus propios objetivos y formula sus propias estrategias [1]. Las estrategias consisten en un conjunto de acciones que permiten lograr los objetivos definidos por las empresas. El logro de dichos objetivos se mide a través de indicadores clave de rendimiento (*key performance indicators*, KPI). De entre todas las estrategias formuladas, las empresas tienen que decidir cuáles activar con el fin de alcanzar los objetivos definidos y obtener el rendimiento deseado [2]. Al decidir qué estrategias activar, una empresa puede optar por hacerlo de forma aislada; es decir, teniendo en cuenta, únicamente, cómo las estrategias, potenciales a ser activadas, influyen positivamente/negativamente en la consecución de sus propios objetivos. Una empresa que toma esta decisión, teniendo únicamente en cuenta sus propios objetivos, puede desencadenar una situación contradictoria en la que las estrategias activadas por la empresa influyen positivamente en los objetivos definidos en la misma, pero podrían influir negativamente en los objetivos definidos por otras empresas de la CN, haciendo que la relación colaborativa fracase. La situación ideal es que una empresa decida cuáles son las estrategias a activar, considerando no sólo sus propios objetivos, sino la forma en que la activación de sus estrategias influye en la consecución de los objetivos definidos por el resto de socios de la red.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es proponer un marco adecuado para dar soporte al proceso colaborativo de alineación de estrategias de las empresas pertenecientes a

una CN. De forma que, permita a las empresas identificar entre todas las estrategias, formuladas por los socios de la CN, aquellas que deben ser activadas de forma que estén alineadas; influyendo positivamente en la consecución de todos los objetivos definidos.

Las oportunidades derivadas de la selección adecuada de las estrategias abre nuevas maneras de decidir qué estrategias activar, teniendo en cuenta todos los objetivos definidos por las empresas.

DEFINICIÓN

Para dar una mejor comprensión al lector en lo que respecta al proceso abordado, en esta sección se propone una definición lo que en este trabajo entiende por el concepto alineación de estrategias.

Teniendo en cuenta que las estrategias son el conjunto de acciones a realizar con el fin de cumplir con los objetivos definidos, se caracterizan por estar alineadas cuando: cada estrategia activada no sólo promueve la consecución de los objetivos definidos por la empresa que la formula, sino que también influye positivamente el logro de los objetivos definidos por el resto de los socios de la red. El concepto de alineación de estrategias está vinculado con la complementariedad de estrategias, de forma que dos o más estrategias, además de poder llevarse a cabo simultáneamente (compatibilidad), mejoran los niveles de rendimiento de los objetivos asociados.

MARCO PROPUESTO

Marco propuesto para abordar el proceso colaborativo de alineación de estrategias consiste en un modelo, un método, una metodología y una herramienta [3].

Modelo Matemático

El modelo propuesto permite representar los vínculos entre los objetivos y las estrategias formuladas por todos los socios de red. El modelo representa el conjunto de estrategias y su influencia positiva o negativa sobre los objetivos definidos por los socios de la red. Puesto que los objetivos se miden a través de los KPI, en el modelo se representa el aumento (o disminución) de los KPI en función de las estrategias que se activan. Así, el modelo permite identificar qué estrategias activar de manera que el aumento de los KPI sea máximo. El conjunto de parámetros que caracterizan el modelo de estrategias de alineación se representa en la (Tabla 1). Estos parámetros permiten definir la función que los modelos de la influencia de las estrategias ejercen sobre los KPI (fig 1).

Tabla 1. Índices y parámetros

Índices	
<i>net</i>	conjunto de redes ($net = 1, \dots, N$)
<i>i</i>	conjunto de empresas ($i = 1, \dots, I$)
<i>x</i>	conjunto de objetivos ($o = 1, \dots, O$)
<i>k</i>	conjunto de KPIs ($k = 1, \dots, K$)
<i>s</i>	conjunto de estrategias ($s = 1, \dots, S$)
Parámetros	
$kpi_{i,k}$	KPI <i>k</i> definido por la empresa <i>i</i> para medir el objetivo <i>x</i>
kpi_i	KPI a nivel de empresa (suma de $kpi_{i,k}$)
kpi_{net}	KPI a nivel de red (suma de kpi_i)
str_{is}	estrategia <i>s</i> definida por la empresa <i>i</i>
u_str_{is}	unidades de estrategia a activar de str_{is}
c_str_{is}	Coste de una unidad de estrategia str_{is}

$val_str_{is_kpi_{ixk}}$	Valor que estima la empresa que define el incremento o decremento de kpi_{ixk} cuando una unidad de str_{is} es activada
$t_{i_str_{is}}$	Unidad de tiempo en que se inicia of str_{is}
$t_f_str_{is}$	Unidad de tiempo en que finaliza of str_{is}
$d_1_str_{is}$	Tiempo de retardo, periodo de tiempo que transcurre desde que la estrategia es iniciada str_{is} hasta que empieza a ejercer influencia sobre kpi_{ixk}
$d_2_str_{is}$	La influencia que str_{is} ejerce sobre kpi_{ixk} no es inmediata, sino que transcurre un tiempo hasta que se alcanza el nivel máximo de influencia ($inf_str_{is_kpi_{ixk}}$)
$slope_str_{is_kpi_{ixk}}$	Influencia progresiva durante $d_2_str_{is}$
$d_4_str_{is}$	Duración de la estrategia str_{is}
$inf_str_{is_kpi_{ixk}}$	nivel máximo de influencia de str_{is} sobre kpi_{ixk}
bi	Presupuesto que tiene la empresa i para activar las estrategias
F_{i,t_i,t_f}	Incremento del KPI cuando las estrategias son activadas
$F_inf_str_{is_kpi_{ixk}}$	Función de influencia que kpi_{ixk} experimenta cuando la estrategia str_{is} es activada (fig 2)

Función Objetivo $max. kpi_{net}$ (1)

Restricciones $kpi_{net} = \sum_i i kpi_i$ (2)

$$kpi_i = \sum_i \nabla kpi_{ixk} \quad (3)$$

$$\nabla kpi_{ixk} = \int F_inf_str_{is_kpi_{ixk}}(t) \cdot dt \quad (4)$$

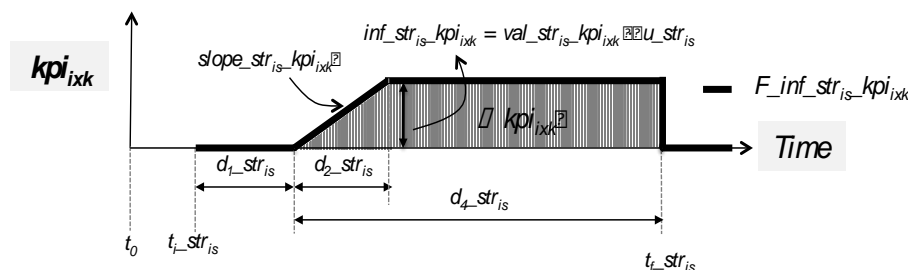


Figura 1. Modelado de la función $F_str_{is_kpi_{ixk}}$.

Método: Dinámica de Sistemas

La dinámica de sistemas (DS) [4] es el método utilizado para resolver el modelo de alineación de estrategias. DS permite representar las relaciones causales entre las estrategias y los objetivos, y las influencias que los objetivos experimentan cuando se activan un conjunto de estrategias.

Herramienta

La herramienta utilizada para resolver el modelo de alineación de estrategias es AnyLogic® [5], que permite simular en DS. Este software incluye un paquete de optimización que permite obtener el mejor conjunto de parámetros de decisión ($t_{i_str_{is}}$ y $u_{str_{is}}$) que maximizan el rendimiento de la red (kpi_n).

Metodología

La metodología es el conjunto de pasos que las empresas deben llevar a cabo para poder aplicar el modelo, y resolver el problema de alineación de las estrategias. La metodología consiste en (i) seleccionar las empresas que participan en el proceso de alineación de estrategias, (ii) identificar los objetivos, los kpi_{ixk} y str_{is} formuladas, (iii) estimar $val_str_{is_kpi_{ixk}}$, c_str_{is} y duraciones de cada str_{is} (iv) aplicar el modelo; (v) simular con AnyLogic®. El resultado indicará cuantas unidades de estrategias activar en cada estrategia, $u_{str_{is}}$, y el instante de tiempo en que cada estrategia debe iniciarse, $t_{i_str_{is}}$, maximizando el kpi_n .

APLICACIÓN Y RESULTADOS

El diagrama de flujo (Figura 2) de Anylogic, modela el comportamiento de las estrategias y los KPIs. Anylogic lleva a cabo la simulación del modelo y optimiza el KPI_GLOBAL modificando los parámetros representados por las estrategias. El resultado nos indica que el máximo rendimiento se obtiene a partir de la activación de 16 unidades de str_{12} y 37 de srt_{22} .

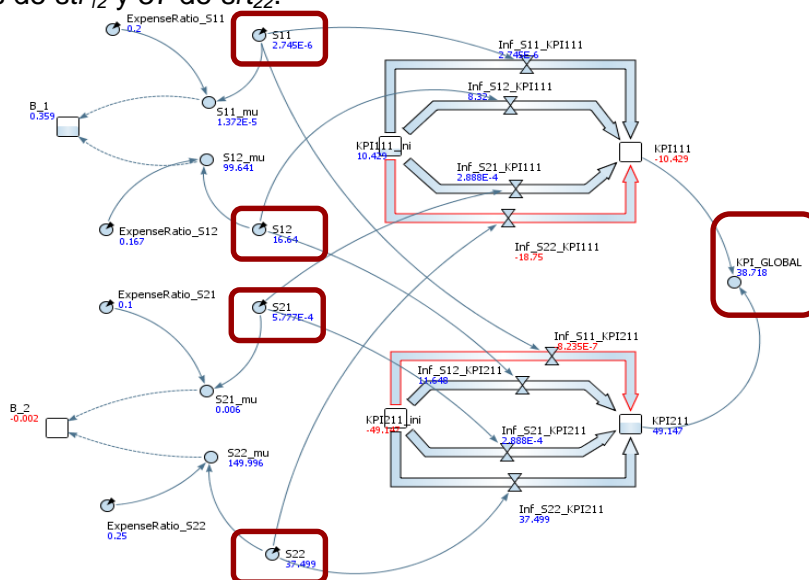


Figura 2. Diagrama de flujo de una red de suministro con dos empresas que definen dos estrategias y un KPI.

CONCLUSIONES

El marco propuesto da soporte al proceso de toma de decisiones de identificar qué estrategias activar de forma que estén alineadas, desde una perspectiva colaborativa. Permitiendo evitar incoherencias entre las estrategias activadas y los objetivos definidos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al *Programa Val i+d para investigadores en formación* (ACIF).

REFERENCIAS

- [1] Camarinha-Matos, L.M., Afsarmanesh, H. Collaborative Networks: A new scientific discipline. *Journal of Intelligent Manufacturing* 16 (4), 439-452 (2005).
- [2] Andres, B. and Poler, R.. Computing the strategies alignment in Collaborative Networks In: K. Mertins et al. (eds.), *Enterprise Interoperability VI*, Springer International Publishing Switzerland (2014).
- [3] Andres, B. and Poler, R. Computing the strategies alignment in Collaborative Networks In: K. Mertins et al. (eds.), *Enterprise Interoperability VI*, Proceedings of the I-ESA Conferences 7, Ó Springer International Publishing Switzerland. (2014). DOI: 10.1007/978-3-319-04948-9_3.
- [4] Forrester, J.W.. *Industrial Dynamics* (MIT Press and Wiley, New York) (1961).
- [5] Anylogic AnyLogic® Software 7.0.3 University <http://www.anylogic.com/> (2014).

Sobre perturbaciones en modelos de población

B. Cantó⁽¹⁾, C. Coll⁽²⁾, E. Sánchez⁽²⁾

Institut de Matemàtica Multidisciplinar. Departament de Matemàtica Aplicada

(1) Escola Politècnica Superior d'Alcoi, Universitat Politècnica de València

Passeig del Viaducte, 1 03801 Alcoi (Alacant)

e-mail: bcanto@mat.upv.es

*(2) Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València
Camino de Vera, 14 46071 Valencia*

RESUMEN

En este trabajo se analizan las propiedades de estabilidad y alcanzabilidad positiva para un modelo de población de Leslie. Se estudia su comportamiento cuando al modelo le afecta una perturbación que mantiene su estructura inicial, y que además permite que el sistema en lazo cerrado siga siendo estable y positivamente alcanzable. Finalmente se obtiene la expresión explícita del conjunto que contiene la población que se puede alcanzar a partir de un control positivo.

INTRODUCCIÓN

El Modelo de Población de Leslie representa la dinámica de una población estructurada por edades. Este modelo establece la relación entre la población de una etapa con la población de la etapa anterior, y permite analizar la evolución de la población en las diferentes clases o compartimentos correspondientes a las franjas de edad en que se ha considerado distribuida la población. Usualmente, se considera que hay un flujo de entrada de nueva población, por ejemplo nacimientos, por lo que matemáticamente, el modelo es un sistema de ecuaciones en diferencias del tipo

$$x(k+1) = Ax(k) + Bu(k) \quad (1)$$

donde $x(\cdot)$ es el vector de estado o población y $u(\cdot)$ es el vector de entradas, es decir de nueva población que puede representar diferentes situaciones, por ejemplo la inmigración. La matriz A es la matriz de Leslie y la matriz B recoge el número de individuos de edad i que entran en el sistema. Puesto que las variables son no negativas el sistema es *positivo*. Debido a las restricciones que marca el carácter no negativo de las variables este tipo de sistemas tiene un tratamiento especial. Estos sistemas han sido objeto de estudio en numerosos trabajos y en ellos se muestran resultados sobre propiedades básicas tales como la estabilidad, observabilidad, alcanzabilidad, etc. que constatan la diferencia entre considerar el caso positivo frente al caso general sin restricciones. Entre otros, podemos citar [1], [2], [3] y [4].

En este trabajo nos centramos en analizar:

- *La propiedad de estabilidad:* es decir, si el proceso es asintóticamente estable, esto es $\rho(A) < 1$, siendo ρ el radio espectral de A .
- *La propiedad de alcanzabilidad positiva:* es decir, si se puede conseguir una distribución de población deseada x , después de un número determinado de etapas, a partir de un flujo de entrada de población. El conjunto de todos los vectores de población que pueden ser positivamente alcanzados es el cono generado por las columnas monomiales (múltiplo de un vector canónico)

linealmente independientes de $\mathcal{R}(A, B) = (B \ AB \ A^2B \ \dots \ A^{n-1}B)$. Si el cono coincide con todo \mathbb{R}_n^+ significa que utilizando una secuencia adecuada de entradas se pueden alcanzar desde el estado inicial 0 todos los vectores de la población [5].

En concreto, nos marcamos el siguiente objetivo:

Encontrar bajo qué tipo de perturbaciones el sistema se mantiene estable y positivamente alcanzable, en caso de partir de un sistema que cumpla dichas propiedades. En otro caso, estudiar cómo afecta una determinada perturbación al conjunto de estados (poblaciones) positivamente alcanzables.

MODELO Y TÉCNICAS EMPLEADAS

El modelo de Leslie es un modelo que relaciona de forma lineal los nacimientos con los muertos en una población. Para construir nuestro modelo se tienen en cuenta:

- i. Para realizar la partición utilizamos las edades. El valor inicial es 0 y el valor final será un número finito N . En nuestro modelo, el intervalo de tiempo se subdivide en n clases, recogiendo los nacimientos en la primera clase.
- ii. La variable k representa al tiempo, la consideremos discreta y el tamaño de paso es igual a la duración de cada clase de edad. Por lo tanto del instante k al $k + 1$ todos los individuos van de la clase i a la $i + 1$.

El modelo de Leslie (1) que utilizaremos tendrá los siguientes coeficientes matriciales

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ s_1 & & & 0 \\ & \ddots & & \vdots \\ & & s_{n-1} & 0 \end{pmatrix}, \quad \bar{B} = \begin{pmatrix} b \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$

donde en la primera fila de la matriz de Leslie aparecen los parámetros que representan la fertilidad de la especie que estamos estudiando, denotada por f_i , y en la sub-diagonal aparecen los parámetros que indican la supervivencia, denotados por s_i [6]. El elemento b representa la fertilidad desde una entrada externa [7].

Por otra parte, podemos conocer información acerca del modelo analizando la estructura de valores y vectores propios de la matriz \bar{A} . Así, el valor propio dominante λ determina el crecimiento de la población en el largo plazo, mientras que los otros valores propios determinan la dinámica transitoria de la población. La población es estacionaria si $\lambda = 1$, si $\lambda > 1$ la población crece y si $\lambda < 1$ la población decrece.

Entre los conceptos matemáticos que se necesitan utilizar para desarrollar los resultados se encuentra el concepto de sistemas positivamente semejantes.

Dos sistemas positivos del tipo (2), (A, B) y (\bar{A}, \bar{B}) , son *positivamente semejantes* si existe una matriz monomial no negativa M tal que $\bar{A} = M^{-1}AM$ y $\bar{B} = M^{-1}B$. En [8] se establece que son este tipo de transformaciones las transfieren la propiedad de alcanzabilidad positiva.

Como el par (\bar{A}, \bar{B}) es semejante al par (A, B) por medio de la matriz diagonal por bloques $S = \text{diag}(1, s_1, s_1 s_2, \dots, s_1 \dots s_{n-1})$ siendo $A = S^{-1} \bar{A} S$ y $B = S^{-1} \bar{B}$, el modelo de Leslie que hemos introducido se puede representar por el siguiente sistema discreto:

$$x(k + 1) = Ax(k) + Bu(k)$$

con

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & \dots & a_{n-1} & a_n \\ 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \bar{B} = \begin{pmatrix} b \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \tag{2}$$

donde $a_1 = f_1$, $a_j = f_j \prod_{i=1}^{j-1} s_i$, $j = 1, \dots, n$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primero damos un resultado sobre el conjunto de estados (poblaciones) que son positivamente alcanzables. Si consideramos el sistema (A, B) , un estado x se puede alcanzar mediante una secuencia de control no negativa si y sólo si existe un $\hat{x} \geq 0$ tal que $x = T^{-1} \hat{x}$. Así, el conjunto de estados positivamente alcanzables es la imagen de la aplicación T^{-1} restringida a \mathbb{R}_n^+ , $T = PT_z$, siendo P la matriz de permutación anti-diagonal. Si denotamos por

$$N = \begin{pmatrix} 0 & a_1 & \dots & a_{n-2} & a_{n-1} \\ 0 & 0 & \dots & a_{n-3} & a_{n-2} \\ 0 & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & a_1 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

La matriz $T_z = (I - N)$ con $T_z \geq 0$ entonces $\{T^{-1}e_j, j = 1, \dots, n\}$ son vectores no negativos linealmente independientes y son los generadores del cono de los estados alcanzables a partir de una secuencia de control no negativa

$$\mathcal{X} = \{x \in \mathbb{R} / \exists \hat{x} \in \mathbb{R}_n^+, x = T^{-1} \hat{x}\} = \langle T_z^{-1}e_1, \dots, T_z^{-1}e_n \rangle.$$

Resumimos los comentarios hechos arriba damos en el siguiente resultado que proporciona el conjunto de estados positivamente alcanzables.

Proposición 1. Consideremos el Modelo de Población de Leslie. El conjunto de poblaciones que se pueden obtener a partir de una secuencia de control no negativa es el cono $\mathcal{X} = \langle T_z^{-1}e_1, \dots, T_z^{-1}e_n \rangle$ con el e_i el i -ésimo vector canónico y $T_z = (I - N)$.

Por otra parte nos interesa analizar la estructura de las perturbaciones para que el Modelo de Leslie mantenga ciertas propiedades estructurales. En este punto, debemos buscar que tipo de estructuras admite la perturbación para que el sistema sea estable y tenga el mismo conjunto de estados positivamente alcanzables. Si el modelo tiene que mantener su estructura nuestras perturbaciones tendrán que ser de la forma $\Delta = (0 \ 0 \ \dots \ \delta)$, con $\delta \geq 0$. Así, utilizando un sistema perturbado semejante al inicial $(\hat{A} + \hat{B}\hat{\Delta})$ con $\hat{A} = TAT^{-1}$, $\hat{B} = TB$ y $\hat{\Delta} = \Delta T^{-1}$, la propiedad de alcanzabilidad positiva se mantiene y razonando del mismo modo que en la proposición anterior se obtiene que el conjunto de estados positivamente alcanzable viene dado por el cono $\mathcal{X} = \langle T_z^{-1}e_1, \dots, T_z^{-1}e_n \rangle$.

Para estudiar la estabilidad del sistema en lazo cerrado es suficiente estudiar el radio espectral de la matriz $\hat{A} + \hat{B}\hat{\Delta}$. Utilizando la propiedad de la semejanza de dos matrices se obtiene que $\rho(A + B\Delta) = \rho(\hat{A} + \hat{B}\hat{\Delta}) < 1$ si y sólo si $\delta < \frac{|I-A|}{b}$.

Estos resultados se resumen en la siguiente proposición.

Proposición 2. Sea $A, B \geq 0$ coeficientes del Modelo de Leslie y sea la matriz de perturbaciones $\Delta = (0 \ 0 \ \dots \ \delta)$ con $\delta \geq 0$. Entonces

- a) El sistema perturbado $(A + B\Delta, B)$ y el sistema (A, B) tienen el mismo cono de estados positivamente alcanzables desde cero.
- b) Si el sistema (A, B) es asintóticamente estable entonces el sistema perturbado $(A + B\Delta, B)$ es asintóticamente estable si y sólo si $\delta < \frac{|I-A|}{b}$.

CONCLUSIONES

En este trabajo se establece que el modelo de Población de Leslie es un sistema positivo estable pero no es positivamente alcanzable. Es decir, solo un conjunto de posibles poblaciones, el cual tiene estructura de cono, puede ser alcanzado a través de un adecuado flujo de entrada de nueva población. Además, se da una expresión explícita del tipo de perturbaciones bajo la cual se mantiene la estabilidad del proceso y se analiza cómo influye esta perturbación en el cono de alcanzabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está subvencionado por MTM2013-43678-P.

REFERENCIAS

- [1] Cantó B., Coll C. and Sánchez E., "Parameter identification of a class of economical models", *Discrete Dynamis Nature Society*. (2010). Article ID 408346 (2010).
- [2] Cantó B., Coll C. and Sánchez E., "Structural parametric epidemic model", *International Journal of Computer Mathematics*. 1-10 (2013). DOI: 10.1080/00207160.2013.800864.
- [3] Coll, C., Herrero, A., Sánchez, E., Thome, N., "A dynamic model for a study of diabetes", *Mathematics Computer Modelling*. 713-716 (2009).
- [4] De La Sen, M., Quesada, A., "Some equilibrium, stability, instability and oscillatory results for an extended discrete epidemic model with evolution memory", *Advance Difference Equations*. 234 (2013).
- [5] Bru, R., Romero, S., Sánchez E., "Canonical forms for positive discrete-time linear systems", *Linear Algebra and its Applications*. 310, 49-71 (2000).
- [6] Leslie, P. H., "Some further notes on the use of matrices in population mathematics", *Biometrika*. 35, 213-245 (1948).
- [7] Muratori, S., Rinaldi, S., "Equilibria, stability and reachability of Leslie systems with nonnegative inputs", *IEEE Trans. Automatic Control*. 35, 1065--1068 (1990).
- [8] Bru, R., Coll, C., Romero, S. and Sánchez, E., "Reachability indices of positive linear systems", *Electronic Linear Algebra*. 11, 88-102 (2004).

Simulación del núcleo de un reactor nuclear mediante el método de los elementos finitos de alto orden.

A. Vidal-Ferrándiz⁽¹⁾, R. Favez⁽¹⁾, D. Ginestar⁽²⁾, G. Verdú⁽¹⁾

(1) Instituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM),
Universitat Politècnica de València

(2) Instituto de Matemática Multidisciplinar (IMM),
Universitat Politècnica de València
e-mail: dginesta@mat.upv.es

RESUMEN

Para la simulación del núcleo de un reactor nuclear es necesario conocer la distribución del flujo neutrónico producido por las fisiones nucleares. Para ello, es necesario resolver numéricamente la ecuación de la difusión neutrónica. En este trabajo se ha abordado la resolución numérica de la ecuación de la difusión neutrónica mediante un método de elementos finitos de alto orden, tanto para el estado estacionario como en para la simulación de transitorios. Este método permite el uso de refinados h - p y la utilización de mallas estructuradas y no estructuradas. Para estudiar el funcionamiento del método, se han resuelto distintos problemas benchmark estacionarios y transitorios.

INTRODUCCIÓN

La ecuación de la difusión neutrónica es una aproximación de la ecuación del transporte neutrónico en la que se establece que la corriente neutrónica es proporcional al gradiente del flujo neutrónico mediante un coeficiente de difusión. Esta aproximación es análoga a la ley de Fick en difusión de especies y a la ley de Fourier en transferencia de calor. Para una configuración del reactor dada, el balance del flujo neutrónico se obtiene a partir de la ecuación de la difusión neutrónica dependiente del tiempo, que en la aproximación de dos grupos de dos grupos de energía es de la forma:

$$[v^{-1}] \frac{\partial \Phi}{\partial t} + \mathcal{L}\Phi = (1 - \beta)\mathcal{M}\Phi + \sum_{k=1}^K \lambda_k \chi C_k,$$

$$\frac{\partial C_k}{\partial t} = \beta_k [v \Sigma_{f1} \ v \Sigma_{f2}] \Phi - \lambda_k C_k \quad (1)$$

$$\mathcal{L} = \begin{pmatrix} -\vec{\nabla} \cdot (D_1 \vec{\nabla}) + \Sigma_{a1} + \Sigma_{12} & 0 \\ -\Sigma_{12} & -\vec{\nabla} \cdot (D_2 \vec{\nabla}) + \Sigma_{a2} \end{pmatrix}, \quad [v^{-1}] = \begin{pmatrix} \frac{1}{v_1} & 0 \\ 0 & \frac{1}{v_2} \end{pmatrix},$$

$$\mathcal{M} = \begin{pmatrix} v \Sigma_{f1} & v \Sigma_{f2} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \Phi = \begin{pmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{pmatrix}, \quad \chi = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

donde K , es el número de grupos de precursores neutrónicos considerados y ϕ_1 y ϕ_2 , son el flujo neutrónico rápido y térmico, respectivamente. La constante de difusión, D_g , y las secciones eficaces que aparecen en la ecuación, Σ_{12} , Σ_{ag} , $\nu\Sigma_{fg}$, $g = 1, 2$, dependen de cada uno de los materiales de los que se compone el reactor. β_k es la proporción de precursores neutrónicos y λ_k es la correspondiente constante de decaimiento. Asociado a la ecuación de la difusión neutrónica dependiente del tiempo existe el problema de generalizado de autovalores,

$$\mathcal{L}\phi = \frac{1}{\lambda} \mathcal{M} \phi \tag{3}$$

Este problema es conocido como el problema de los modos Lambda para una configuración determinada del núcleo de reactor [1]. El autovalor fundamental (k_{eff}) (el más grande) indica lo lejos que está el reactor de su configuración crítica y su correspondiente autofunción describe la distribución neutrónica dentro del reactor en el estado estacionario. Para el análisis de un determinado transitorio, se parte de la configuración estacionaria como condición inicial. De este modo, el cálculo del estado estacionario siempre suele ser el primer paso para cualquier cálculo temporal. Para resolver, tanto la ecuación de la difusión neutrónica dependiente del tiempo, como el problema de los modos lambda es necesario elegir una discretización espacial. Para ello, se ha utilizado un método de los elementos finitos de alto orden que hace uso de elementos finitos polinomiales de Lagrange. La implementación de este método se ha hecho utilizando la librería *Deal.II* [2]. Para resolver el problema de autovalores algebraico resultante se ha utilizado un método de Krylov-Schur que está implementado librería SLEPc [3]. Para acelerar el cálculo, el problema generalizado de autovalores se reduce a un problema de autovalores ordinario mediante la resolución de dos sistemas lineales por iteración. Estos sistemas son resueltos mediante esquemas iterativos como método preconditionado GMRES.

RESULTADOS NUMÉRICOS

Reactores con geometría rectangular

Para validar el método propuesto se han resuelto diferentes problemas benchmark. El primero, se trata del benchmark BIBLIS 2D, cuya geometría se observa en la Figura 1. Este reactor tiene 257 celdas incluyendo 64 celdas exteriores modelando el reflector. Los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 1.

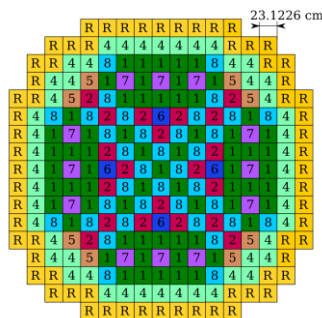


Figura 1. Geometría del reactor BIBLIS 2D

Tabla 1. Resultados numéricos en reactor BIBLIS 2D.

Número de celdas	Grado polinomio	Número de GdL	Tiempo CPU (s)	k_{eff}	Δk_{eff} (pcm)	Error Medio	Error Máximo
257	1	292	0.02	1.021792	322	7.03	1.7e-1
4112	1	4249	0.28	1.024903	19.1	0.04	8.4e-4
65792	1	66337	17.3	1.025087	1.04	1.72	3.7e-2
257	2	1097	0.08	1.025246	14.6	0.16	3.6e-3
16448	2	66337	17.4	1.025098	0.16	0.02	3.7e-4
257	3	2416	0.22	1.025180	8.08	1.29	3.0e-2
4112	3	37417	8.12	1.025099	0.09	0.01	1.8e-4
PARCS				1.025099			

Reactores geometría hexagonal

Con la ayuda del generador de mallas *Gmesh* se ha podido abordar el estudio de reactores con geometría hexagonal. En particular, se ha resuelto el reactor *VVER-440*. Este reactor 3D contiene 25 elementos de combustible con 7 barras de control medio insertadas y una capa radial modelizando el reflector, como se puede ver en la Figura 2. La Tabla 2 muestra los resultados para el autovalor fundamental. La Figura 3 muestra el flujo térmico para los tres primeros modos.

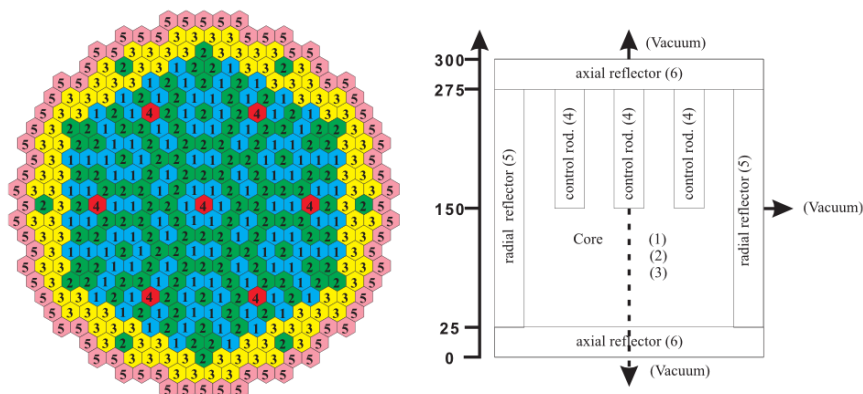


Figura 2. Geometría del reactor VVER440.

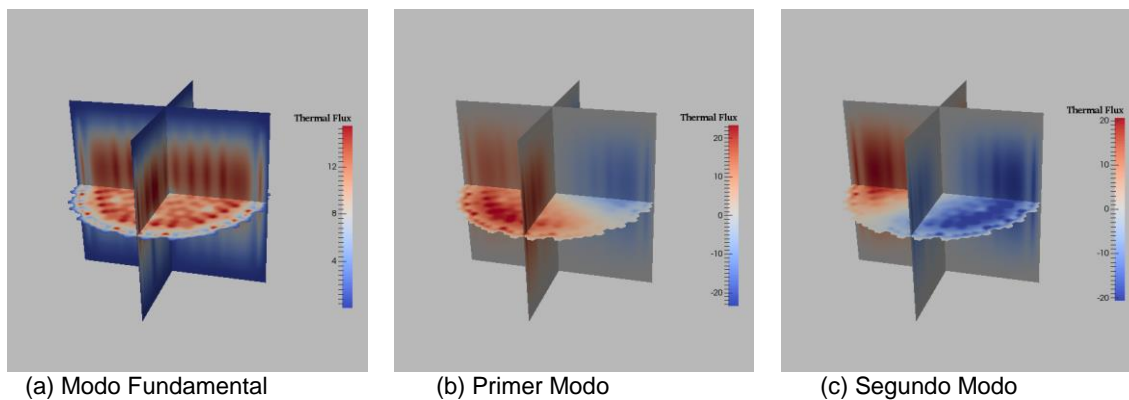


Figura 3. Distribución de potencia para los modos dominantes en el reactor VVER 440 3D.

Tabla 2. Resultados numéricos en reactor VVER-440 3D.

Número de celdas	Grado polinomio	Número de GdL	k_{eff}	Δk_{eff} (pcm)	Error Medio	Error Máximo
15156	1	17407	1.0136776	233	5.0	11.0
15156	2	130075	1.0117678	44.3	0.8	1.5
15156	3	428941	1.0113802	6.00	0.17	0.06
PARCS			1.0113630	4.25	1.44	0.98
Referencia			1.0113250			

Muchos transitorios de interés implican el movimiento de barras de control. Para la simulación de este tipo de transitorios, generalmente es necesario definir un material equivalente correspondiente a las celdas donde las barras de control están parcialmente insertadas. Esta técnica produce ciertos comportamientos no físicos denominados ‘rod-cusping’. Se ha implementado un método de elementos finitos que utiliza una malla móvil que proporciona buenos resultados, como se observa en la Figura 4.

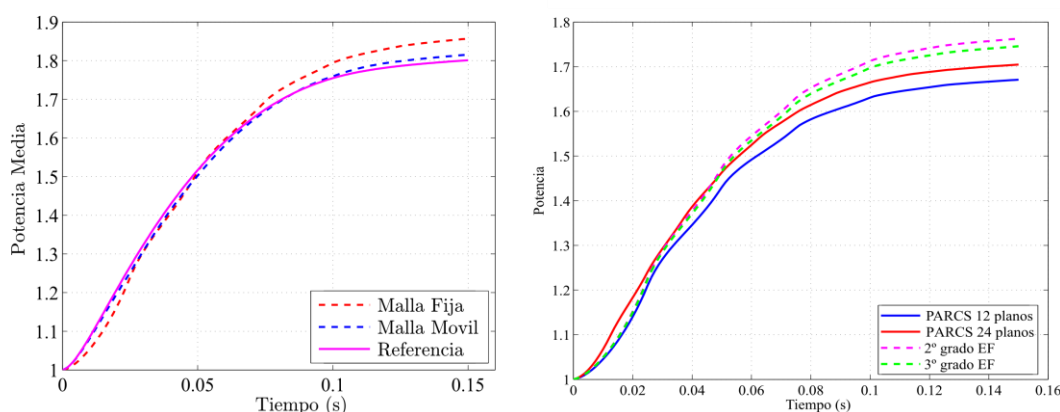


Figura 4. Evolución de la potencia en una simulación de subida de barra de control.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Ministerio de Ciencia e Innovación mediante proyecto ENE2011-22823, la Generalitat Valenciana mediante los proyectos PROMETEO/2010/039 and ACOMP/2013/237, y por la Universitat Politècnica de Valencia mediante el proyecto UPPTE/2012/118.

REFERENCIAS

- [1] Vidal-Ferrandiz A., Fayez R., Ginestar D., Verdú G. Annals of Nuclear Energy, 72(0):338 - 349, (2014).
- [2] Bangerth W., Hartmann R., Kanschat G. ACM Trans. Math. Software, 33(4):24/1-24/27, (2007).
- [3] Hernandez V., Roman J. E., and Vidal V. ACM Trans. Math. Software, 31(3):351-362, (2005)

Estudio de las Propiedades del Aislamiento Acústico al Impacto en Suelos de Caucho Reciclado

V. Sanz Buades⁽¹⁾, E. Juliá Sanchis⁽¹⁾, J. Segura Alcaraz⁽¹⁾, J.M. Gadea Borrell⁽¹⁾,
A. Pacetti⁽²⁾

(1) *Departamento Mecánica Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Universitat Politècnica de València. Campus d'Alcoi. Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)*
e-mail: erjusan@mes.upv.es

(2) *Departamento I+D+i, Pavigym*
Partida Canastell I-98, Sant Vicent del Raspeig (Alicante)

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio comparativo de la rigidez dinámica en planchas bicapa de caucho reciclado de distinto espesor y densidad. El objetivo consiste en determinar cuál de estos productos muestra un mejor comportamiento al aislamiento acústico al impacto, dado que van destinados al sector deportivo, más concretamente a suelos técnicos en instalaciones de fitness. Además, la fabricación de estos materiales optimiza la gestión de recursos y residuos industriales, así como reduce el impacto ambiental. Para ello, se lleva a cabo el ensayo de determinación de la rigidez dinámica especificado en la normativa UNE-EN 29052-1 [1]. Los resultados obtenidos demuestran que este producto resulta adecuado para su aplicación en suelos técnicos deportivos debido a su baja rigidez dinámica, lo que se refleja en una elevada capacidad de aislamiento al ruido de impacto.

INTRODUCCIÓN

Cada año se acumulan, tan solo en España, miles de toneladas de residuos de caucho provenientes de las industrias que trabajan con este material. El caucho es un material muy contaminante que tarda más de 100 años en descomponerse [2]. Por ello, con el fin de respetar el medio ambiente, cumpliendo con la Directiva 2008/98/CE sobre residuos [3], y asimismo con el fin de aprovechar sus propios residuos, muchas empresas apuestan por la reutilización y el reciclado.

Alguna de estas empresas trabaja en la fabricación de suelos de caucho reciclado para instalaciones de fitness. Estos productos constan de dos partes claramente diferenciadas: la capa superficial fabricada con restos de caucho provenientes de la producción de las empresas y un relleno fabricado con caucho de neumático. El resultado final es un producto bicapa que aporta mejoras acústicas en las instalaciones de fitness.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Preparación de las muestras

Cualquier mezcla de caucho implica tres operaciones elementales [4]:

a) Incorporación de los ingredientes. Normalmente se trata de cargas reforzantes y que abaratan el coste del producto final.

b) Dispersión. Los productos de dispersión que más se usan son principalmente los acelerantes y antioxidantes. Estos productos mejoran la dispersión de los

componentes sólidos proporcionando una mayor elasticidad y reducen el tiempo de mezclado. Los agentes dispersantes se agregan usualmente junto con las cargas. Debido a su baja temperatura de fusión facilitan la incorporación. Normalmente, tanto las cargas como los dispersantes, se presentan en polvos recubiertos, gránulos y masterbatches.

c) Homogeneización de la mezcla. Una vez obtenida una masa homogénea sin irregularidades, el siguiente paso para conseguir un caucho más estable, duro y resistente al ataque químico es el proceso de vulcanización.

Vulcanización

La vulcanización es el proceso mediante el cual se calienta el caucho crudo en presencia de azufre o peróxidos, con el fin de que los polímeros lineales paralelos cercanos constituyan puentes de entrecruzamiento. Además se suelen combinar con agentes aceleradores del proceso. Mediante la vulcanización, la superficie pegajosa del material se convierte en una superficie suave que no se adhiere al metal o a los sustratos plásticos. Para realizar la operación de vulcanizado, se necesita un molde y una prensa a una presión de 200 bar y a una temperatura aproximada de 165°C. Tras unos 10 minutos de prensado, el caucho queda completamente reticulado. Tras este proceso de vulcanización, las piezas se recortan y de los sobrantes de ellas se realiza parte del producto de caucho reciclado cumpliendo con la normativa “UNE EN ISO 9001: Sistema de gestión de calidad” [5].

Reciclado

Aprovechando los retales, polvo procedente del lijado y otros tipos de restos de caucho proveniente de varias industrias, como puede ser la del calzado, se realiza una gran variedad de productos de reciclado de caucho.

El primer paso de este proceso es mezclar las distintas granulometrías de caucho reciclado en una mezcladora banbury. En segundo lugar, se realiza la operación de lijado de la superficie que va a quedar expuesta. Y por último, se realiza la unión de esta plancha de caucho reciclado junto con lo que será el relleno de caucho de neumático. Todo el proceso se realiza bajo la certificación ambiental que rige la norma UNE EN ISO 14001 [6]. La Figura 1 muestra los materiales fabricados que se van a ensayar.



Figura 1. Planchas de caucho reciclado.

CARACTERIZACIÓN DINÁMICA

En este trabajo se ensayan cuatro productos de caucho reciclado de distinto espesor y densidad para determinar el valor de la rigidez dinámica en cada uno de ellos. El método que se utiliza es el que especifica la norma “UNE-EN 29052-1=1994. Determinación de la rigidez dinámica. Parte 1: Materiales utilizados bajo suelos flotantes en viviendas” [1].

Con este método se obtiene un sistema vertical masa-muelle donde se puede medir la frecuencia de resonancia de la vibración vertical y obtener así la rigidez dinámica.

Cumpliendo con dicha normativa, se realizan 3 ensayos por cada una de las muestras. La Figura 2 muestra el ensayo de la rigidez dinámica.

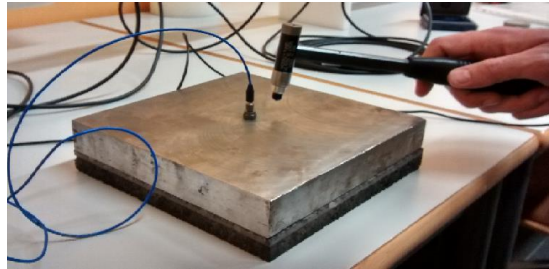


Figura 2. Fotografía del ensayo de rigidez dinámica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Figuras de la 3 a la 6 muestran las gráficas en las que se observa la frecuencia del primer modo de vibración para cada muestra.

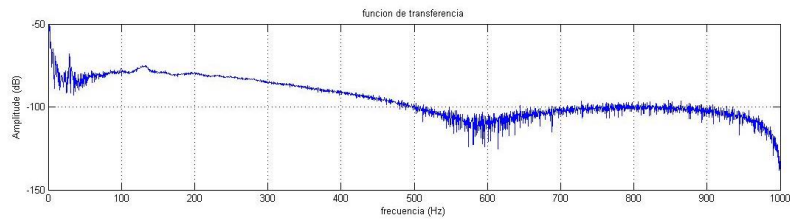


Figura 3. Primer modo en la muestra monocapa de caucho reciclado de 7 mm de espesor.

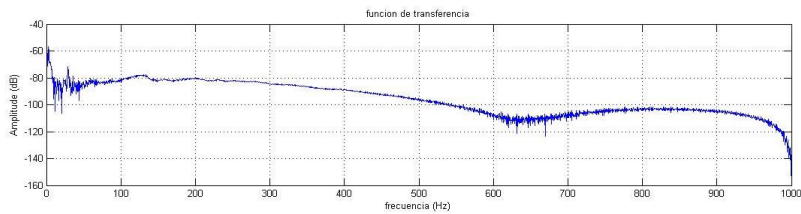


Figura 4. Primer modo en la muestra monocapa de caucho reciclado de 10 mm de espesor.

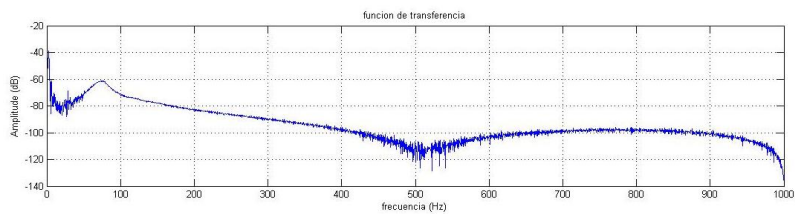


Figura 5. Primer modo en la muestra bicapa de caucho reciclado de 18 mm de espesor.

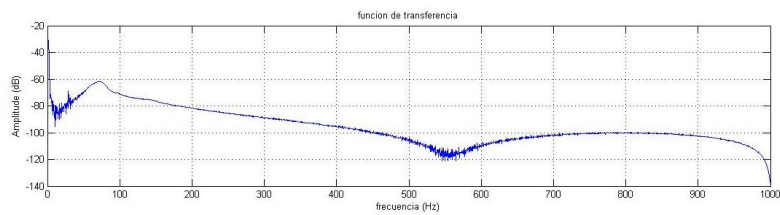


Figura 6. Primer modo en la muestra bicapa de caucho reciclado de 22 mm de espesor.

A partir del primer modo de vibración del sistema y con el valor de la frecuencia de resonancia, se determina el valor de la rigidez dinámica, s_t , en MN/m^3 :

$$s_t = 4 \cdot \pi^2 \cdot m_t \cdot f_r^2 \quad (1)$$

m_t , es la masa total por unidad de superficie, en kg/m^2 .

f_r , es la frecuencia de resonancia, en Hz.

La Tabla 1 muestra los resultados de la rigidez dinámica de los materiales ensayados.

Tabla 1. Tabla de resultados de la rigidez dinámica.

	Espesor (mm)	Densidad (g/cm³)	Frecuencia primer modo (Hz)	Rigidez Dinámica (MN/m³)
Material 1	7	1,25	129,4	150,6
Material 2	10	1,25	130,1	152,1
Material 3	18	1,1	66,78	40,08
Material 4	22	0,97	75,11	50,69

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos, se pueden extraer dos conclusiones principales:

- Los materiales bicapa muestran unos valores más bajos de la rigidez dinámica, lo que se traduce en una mejor capacidad para absorber el ruido de impacto. Esto también se explica por su mayor espesor.
- En los materiales bicapa no se aprecian grandes diferencias de comportamiento entre ellos, ya que este estudio preliminar se ha basado en dos productos bicapa de muy similares características.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la empresa PAVIGYM su colaboración.

REFERENCIAS

- [1] UNE-EN_29052-1=1994. Determinación de la rigidez dinámica. Parte 1: Materiales utilizados bajo suelos flotantes en viviendas.
- [2] SIGNUS. End of life tyre prevention plan, 2010-2013. <http://www.signus.es/Portals/0/Plan_Empresarial_extract_Ingl.pdf (30/04/2012)>.
- [3] Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- [4] J. Royo. "Manual de Tecnología del Caucho". Ed. Consorcio Nacional de Industriales del Caucho (1989) - Reclamo técnico S. A. Barcelona.
- [5] UNE EN ISO 9001:2008. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- [6] UNE EN ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

Desarrollo de laminados compuestos con fibras minerales

M.D. Samper⁽¹⁾, V. Fombuena⁽¹⁾, J.M. Ferri⁽¹⁾, A. Jordá-Vilaplana⁽²⁾,
L. Sánchez-Nácher⁽¹⁾

(1) Instituto de Tecnología de Materiales (ITM)
Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales. Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: masammad@upv.es

(2) Departamento de Ingeniería Gráfica (DIG), Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)

RESUMEN

En este trabajo se han desarrollado materiales compuestos laminados realizados con tejido de fibra de pizarra y con tejido de fibra de basalto y se ha usado como matriz resina basada en aceite de linaza epoxidado (ELO). Los tejidos utilizados se modificaron con diferentes agentes de acoplamiento para mejorar la entrecara entre la fibra y la matriz. El comportamiento mecánico de todos los composites se evaluaron mediante tracción y flexión. La modificación superficial de las fibras de pizarra con los diferentes agentes de acoplamiento mejoró las propiedades mecánicas de los composites, aunque en mayor medida con el agente de acoplamiento trimetoxi[2-(7-oxabicyclo[4.1.0]hept-3-il)etil]silano.

INTRODUCCIÓN

Los materiales compuestos de matriz polimérica tradicionalmente se han realizado con polímeros derivados del petróleo. Sin embargo, la creciente sensibilidad de la sociedad ante la conservación del medio ambiente, hace necesario el desarrollo de materiales poliméricos y materiales compuestos derivados de recursos renovables. En este sentido los aceites vegetales son buenos candidatos ya que están compuestos por triglicéridos y cada triglicérido tiene tres ácidos grasos unidos por una molécula de glicerol. La mayoría de los aceites comunes contienen ácidos grasos cuya longitud varía entre los 14 y 22 átomos de carbono y que contienen entre 0 y 3 dobles enlaces entre carbonos por ácido graso. Los dobles enlaces de los triglicéridos ofrecen la oportunidad de modificar su estructura química para hacerlos más reactivos. La epoxidación de los aceites vegetales forma anillos oxiránicos donde antes habían dobles enlaces entre carbonos, es uno de los procesos de funcionalización de aceites más importantes se conoce desde hace muchos años [1, 2]. Es posible entrelazar las cadenas de los triglicéridos de los EVO por la rotura del anillo oxiránico e incorporar agentes de entrecruzado convencionales como aminas [3] y anhídridos [4]. Los aceites vegetales epoxidados, como el aceite de soja epoxidado (ESBO), el aceite de lizana epoxidado (ELO), el aceite de colza epoxidado y el aceite de ricino epoxidado se han utilizado para preparar polímeros termoestables y materiales compuestos [4-9].

Los refuerzos que más se emplean en materiales compuestos de matriz polimérica son las fibras de vidrio, de carbono y aramidas; debido a sus altas prestaciones, sin embargo son caras y su uso provoca un alto impacto ambiental. Por estos motivos en los últimos años se han desarrollado materiales compuestos reforzados con fibras naturales como lino, yute, cáñamo, bambú, ... [10-13]. Por otro lado, las fibras minerales como la fibra de basalto (BFs) y las fibras de pizarra (SFs), que se obtienen de la fusión de dichas rocas, son una buena alternativa para reforzar materiales

polimérico. Su composición química es similar a las fibras de vidrio, ya que está compuesta por Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , Fe_2O_3 y FeO [14] y presentan mejores características mecánicas que las fibras de origen vegetal.

Este trabajo evalúa la eficiencia de diferentes agentes de acoplamiento silano en materiales compuestos laminados basalto/ELO y pizarra/ELO.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Preparación de las muestras

Para la generación de la resina realizada con aceite vegetal epoxidado se ha utilizado aceite de linaza epoxidado (ELO) con un peso equivalente de epóxido (EEW) de 178 g equiv⁻¹, suministrado por Traquisa S.A. (Madrid, España) y como agente de reticulación se usó anhídrido metil nádic (MNA) que tiene un peso equivalente de anhídrido de 178,2 g equiv⁻¹, suministrado por Sigma-Aldrich (Schnelldorf, Germany). Para la obtención de la resina se mezcló el ELO y el MNA con una relación estequiométrica 1:0.9. Se usó un 1% wt de propanodiol (PDO) como iniciador de la reacción de entrecruzamiento, dicho PDO es de grado alimentario y fue suministrado con Coralim Aditivos (Ribaroja del Turia, Spain) y por último se usó 1-metil imidazol (1MI) (2% wt) como acelerador, suministrado por Sigma-Aldrich (Schnelldorf, Germany).

Los materiales de refuerzo utilizados fueron tejido de fibra de pizarra de gramaje 500 g m⁻², suministrado por Mifibra S.L. (Ourense, Spain) y tejido de fibra de basalto de gramaje de 940 g m⁻². Los tejidos fueron modificados superficialmente dos tipos de agentes de acoplamiento, todos ellos suministrados por Sigma-Aldrich (Schnelldorf, Germany):

- Agente de acoplamiento A: [3-(2-aminoetilamino)propil]-trimetoxisilano.
- Agente de acoplamiento B: trimetoxi[2-(7-oxabicyclo[4.1.0]hept-3-il)etil]silano.

Tratamiento de los tejidos con silanos

Antes de realizar el tratamiento con silanos, los tejidos, tanto los de basalto como los de pizarra, se calentaron en un horno a 300 °C durante 2 horas para eliminar posibles tratamientos superficiales que se hayan realizado a los tejidos en la manufacturación de los mismo, así se pueden eliminar todos los compuestos orgánicos presentes en los tejidos.

Después se realizaron las soluciones de silanos a un 1 wt%. Los silanos se diluyeron en una solución agua acetona (50-50 en volumen) y los tejidos se sumergieron en las soluciones durante 1 hora y por último se lavaron con agua destilada y se dejaron secar a temperatura ambiente durante 24 horas.

Realización de los composites

La realización de los composites laminados se llevó a cabo en una máquina de RTM, modelo Hypaject MKII (Plastech Thermoset Tectonics, Gunnislake, UK), se conectó una bomba de vacío en el orificio de ventilación del molde para mejorar la evacuación del aire y evitar la inclusión de burbujas de aire en los. En la fabricación de los composites se utilizaron 4 capas de tejido en la misma orientación. El curado de los composites se realizó a 100 °C durante 3 horas.

Caracterización mecánica

Los ensayos de tracción se realizaron en una máquina universal de ensayos INSTRON modelo 3382 con una célula de carga de 100 kN y una velocidad de 2 mm min⁻¹, todos los ensayos se realizaron de acuerdo con la norma ASTM: D3039-08.

En el caso de los ensayos de flexión, se realizaron en una máquina universal de ensayos LLOYD modelo 30 K con una célula de carga de 500 N y una velocidad de 1.7 mm min^{-1} según la norma ASTM: D790-10.

Para la realización de los ensayos de tracción y flexión se utilizaron como mínimo 5 probetas de cada muestra y los resultados se determinaron como valor promedio de los 5 ensayos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se puede observar el comportamiento a tracción de los composites. Se puede apreciar que la variación del módulo de tracción con el uso de los silanos no es significativa en las muestras realizadas con basalto, sin embargo, se observa un incremento del módulo en las muestras realizadas con pizarra cuando las fibras se tratan con silanos. En el caso de la resistencia a tracción las muestras realizadas con fibras de basalto tratado con silanos y las realizadas con fibras de pizarra tratadas presentan mejor resistencia que las muestras sin tratar. Si comparamos los composites de ambas familias, basalto y pizarra, se observa que los composites realizados con pizarra presentan el módulo de Young más elevado que las de basalto y la resistencia a tracción es similar para ambos sistemas.

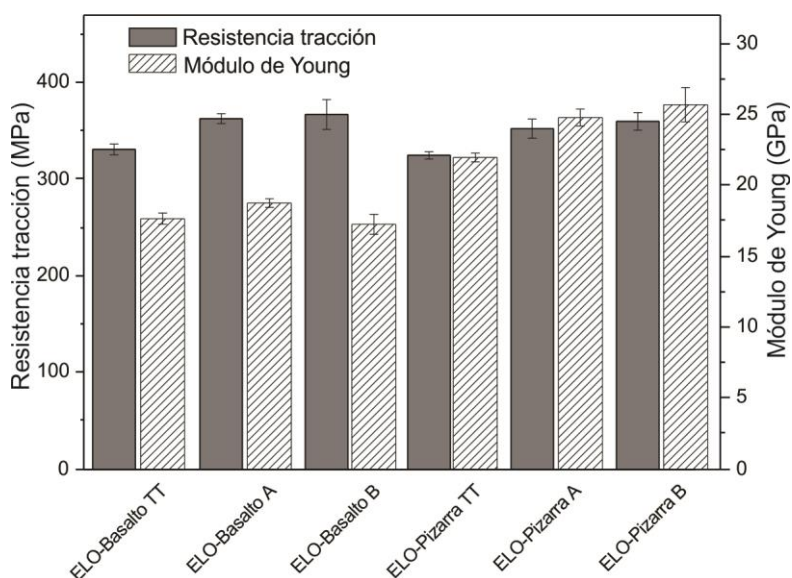


Figura 1. Gráfico comparativo de las propiedades a tracción de los composites ELO-basalto y ELO-pizarra.

En el caso de los resultados obtenidos en flexión (figura 2), se observa que el incremento de estas propiedades es mucho más pronunciado que en el caso de la caracterización mediante tracción. Los resultados también indican que el silano B es el que mejores propiedades confiere a los composites a flexión, tanto los realizados con pizarra como con basalto. En los composites realizados con basalto se puede observar que tanto el módulo de flexión y la resistencia a flexión aumenta con la modificación de la superficie del basalto con los silanos. Los composites realizados con pizarra tienen la misma tendencia pero los valores obtenidos, tanto de resistencia como de módulo de flexión, con estos composites son más elevados, también se observa que el composite con mejores propiedades a flexión es el realizado con la pizarra modificada con el silano B.

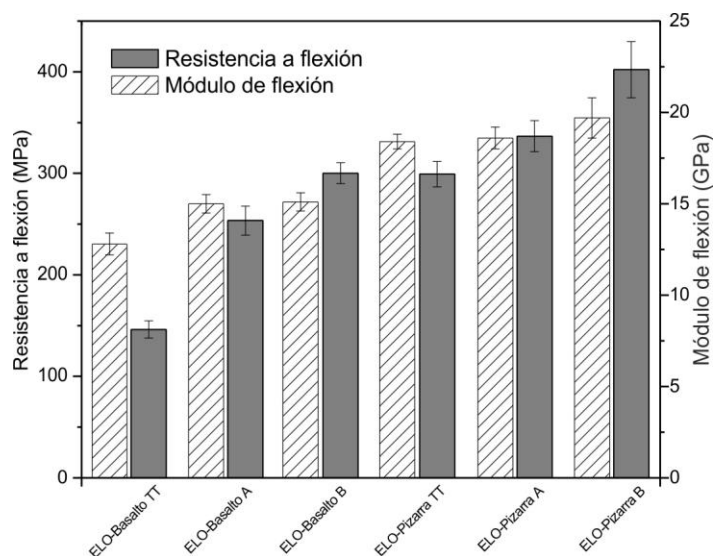


Figura 2. Gráfico comparativo de las propiedades a flexión de los composites ELO-basalto y ELO-pizarra.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha validado el uso de fibras minerales en la fabricación de 'green composites' utilizando como matriz una resina basada en aceite de linaza epoxidado. Además las fibras fueron sometidas a diferentes procesos de silanización con el fin de mejorar el efecto entrecara entre la matriz y el refuerzo.

Las propiedades mecánicas revelaron que los composites de pizarra presentan mejores propiedades mecánicas que los realizados con fibra de basalto y además que el agente de acoplamiento trimetoxi[2-(7-oxabicyclo[4.1.0]hept-3-il)etil]silano mejora en gran medida dichas propiedades.

REFERENCIAS

- [1] La Scala, J. and R.P. Wool. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 79:4, 373-378 (2002).
- [2] Schmitz, W.R. and J.G. Wallace. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 31:9, 363-365 (1954).
- [3] de Espinosa, L.M., et al. *Journal of Polymer Science Part a-Polymer Chemistry*. 46:20, 6843-6850 (2008).
- [4] Samper, M.D., et al. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 89:8, 1521-1528 (2012)
- [5] Can, E., R.P. Wool, and S. Kusefoglu. *Journal of Applied Polymer Science*. 102:2, 1497-1504 (2006).
- [6] Espinoza-Perez, J.D., et al. *Polymer Composites*. 32:11, 1806-1816 (2011).
- [7] Fombuena, V., et al. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 90:3, 449-457 (2013).
- [8] Khot, S.N., et al. *Journal of Applied Polymer Science*. 82:3, 703-723 (2001).
- [9] Liu, Z.S., et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54:6, 2134-2137 (2006).
- [10] Liu, D.G., et al., *Bamboo fiber and its reinforced composites: structure and properties*. *Cellulose*. 19:5, 1449-1480 (2012).
- [11] Shahzad, A. *Journal of Composite Materials*. 46:8, 973-986 (2012).
- [12] Akil, H.M., et al. *Materials & Design*. 32:8-9, 4107-4121 (2011).
- [13] Yan, L.B., N. Chouw, and K. Jayaraman. *Composites Part B-Engineering*. 56, 296-317 (2014).
- [14] Militky, J., V. Kovacic, and J. Rubnerova. *Engineering Fracture Mechanics*. 69:9, 1025-1033 (2002).

Modelos dinámicos generalizados para reactores gas-líquido. Análisis de modelos microscópicos de película y macroscópicos de flujo

J. Ferre-Aracil, S.C. Cardona, J. Navarro-Laboulais

*Instituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM),
Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: jnavarla@iqn.upv.es*

RESUMEN

En este trabajo se analiza un modelo macroscópico de fase y un modelo microscópico de película para un reactor gas-líquido. Ambos modelos se desarrollan y se aplican a una situación experimental correspondiente a la degradación de un colorante mediante ozono. Los resultados muestran que ambos modelos reproducen de manera muy similar los datos experimentales. Además, mediante ajuste a los datos se estima la constante cinética cuyo valor es similar entre los dos modelos.

INTRODUCCIÓN

La modelización de procesos químicos es necesaria para el correcto diseño, escalado y control de los mismos. En el caso de los reactores gas-líquido este hecho se hace más patente debido a la combinación de los procesos de transferencia de materia, la hidrodinámica de ambas fases y las reacciones químicas. Las teorías clásicas definen diferentes regímenes cinéticos con el fin de simplificar el proceso de modelado. Sin embargo, en transitorios o en reactores no estacionarios el régimen cinético cambiará con el tiempo, por lo que es necesario definir la dinámica de estos sistemas.

MODELOS MATEMÁTICOS Y MÉTODOS NUMÉRICOS

Se han utilizado dos modelos matemáticos diferentes para un reactor gas-líquido como el mostrado en la Figura 1. El compuesto A entra en la fase gas y se transfiere a la fase líquida donde reacciona mediante una reacción de 2º orden con el compuesto B, que se encuentra en una concentración inicial en el líquido, C_{B0} . Además, se asume como hipótesis que el gas se comporta de forma ideal, que hay mezcla completa en las dos fases y que la resistencia a la transferencia en la fase gas es despreciable. Ambos modelos se han implementado y resuelto en Matlab 2013b.

El primer modelo matemático consiste en un modelo macroscópico de flujo, que se basa en la definición del factor de mejora, E , como la relación entre el flujo de transferencia a través de la interfase cuando hay reacción química frente a cuando no la hay, para una misma fuerza impulsora. Por tanto, el término de transferencia de materia se definirá por el producto del coeficiente de transferencia de materia, $k_L a$, y E . Si se normalizan las concentraciones en fase líquida según la Eq. (1), el modelo se describe por la Eq. (2), donde se incluyen los balances de materia para A en fase gas y líquida y para B en fase líquida.

$$z_A(t) = \frac{H_A C_A^b(t)}{y_{A0} P_T}; \quad z_B(t) = \frac{C_B^b(t)}{C_{B0}} \quad (1)$$

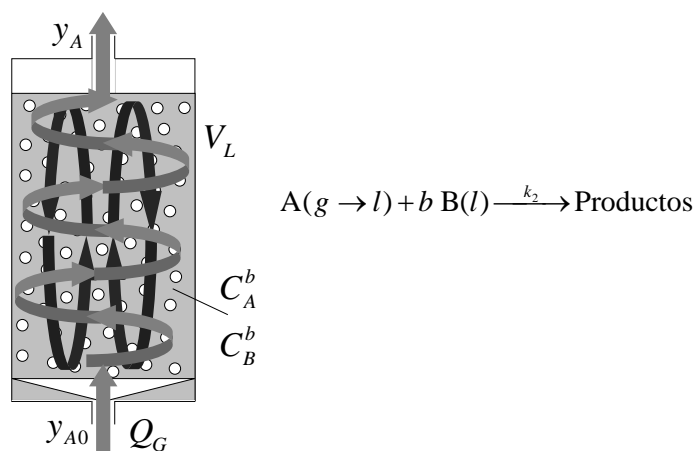


Figura 1. Esquema del reactor gas-líquido y la reacción de segundo orden que se considera.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy_A(t)}{dt} &= \frac{Q_G}{V_L} \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} (1-y_{A0}) \left(\frac{y_{A0}}{1-y_{A0}} - \frac{y_A(t)}{1-y_A(t)} \right) - \frac{R \cdot T}{P_T \cdot \varepsilon} \frac{E k_L a}{H_A} (y_A(t) - y_{A0} \cdot z_A(t)) \\ \frac{dz_A(t)}{dt} &= E \cdot \frac{k_L a}{1-\varepsilon} \left(\frac{H_A C_{Ai}}{y_{A0} P_T} - z_A(t) \right) - k_2 C_{Be} z_A(t) z_B(t) \\ \frac{dz_B(t)}{dt} &= -k_2 \frac{y_{A0} P_T}{H_A} z_A(t) z_B(t) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Para el cálculo del factor de mejora se utilizará la ecuación de Yeramian y cols. [1]. Esta ecuación es función del módulo de Hatta, Ha , y del factor de mejora a velocidad infinita, E_i , que precisa de la concentración en la interfase, C_{Ai} , cuyo cálculo implica hacer uso de E . Por tanto, E se calcula mediante un proceso iterativo como el de la Figura 2 que se inicia con el valor de Ha [2].

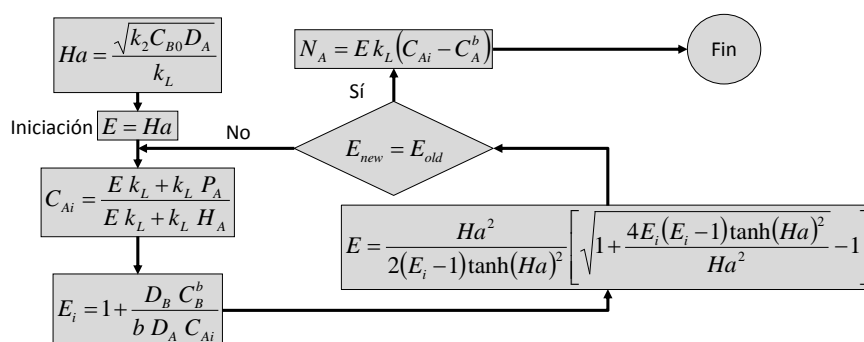


Figura 2. Esquema para el cálculo del factor de mejora, E .

El otro modelo es un modelo microscópico de película de líquido, la cual se considera como una capa de difusión. En la Eq. (3) se muestran las ecuaciones resultantes de realizar los balances de materia de A en la fase gas y de A y B en la película de difusión y en el seno del líquido. Se aplica el método de líneas en la película de líquido

para discretizar las derivadas espaciales correspondientes a los términos de difusión [3-6]. De este modo se obtiene un sistema de EDOs que se resuelve numéricamente.

$$\left. \begin{aligned} \frac{y_A(t)}{dt} &= \frac{Q_0}{V_L} \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} (1-y_{A0}) \left(\frac{y_{A0}}{1-y_{A0}} - \frac{y_A(t)}{1-y_A(t)} \right) - \frac{R \cdot T}{P_T \cdot \varepsilon} D_A a \left(\frac{\partial C_A(z,t)}{dz} \right)_{z=0} \\ \frac{\partial C_i}{\partial t} &= D_i \frac{\partial^2 C_i(z,t)}{\partial z^2} - k_2 C_A(z,t) C_B(z,t) \quad i = A, B \\ \frac{\partial C_i^b(t)}{\partial t} &= -D_i \frac{a}{(1-\varepsilon)} \left(\frac{\partial C_i(z,t)}{dz} \right)_{z=\delta} - k_2 C_A^b(t) C_B^b(t) \quad i = A, B \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Se calcula, a posteriori, el factor de mejora a partir de los datos de simulación de la película de líquido. Para ello, a cada instante de tiempo, se calcula la derivada del perfil de concentración de A en la interfase con el gas y se divide por la pendiente de la recta que une las concentraciones en los extremos de dicho perfil de concentraciones. De este modo se calcula la relación entre el flux con reacción y sin reacción para una misma fuerza impulsora.

RESULTADOS

Para comprobar los modelos se utilizan datos experimentales de la degradación de un colorante azo, Acid Red 27 (AR27), en medio acuoso mediante ozono. Los experimentos se realizan en la planta piloto descrita en un reactor de 1 L [5,6]. El reactor contiene una pequeña cámara de gas previa al reactor y la cámara de gas que queda en la parte superior, por ello se consideran dos ecuaciones adicionales para modelar la hidrodinámica del gas [5,6]. Durante la degradación del AR27 se mide la absorbancia del mismo a 520 nm y la concentración de ozono a la salida del reactor. Sobre estos datos se realiza un ajuste de los modelos matemáticos para calcular la constante cinética k_2 . Para ello se utiliza la función *lsqnonlin* de Matlab.

Se analizan diferentes experimentos en los que se varía la concentración inicial del colorante ($[AR27]_0$) y la concentración de entrada del ozono ($[O_3]_{in}$). Los resultados de la constante cinética obtenida en cada caso se muestran en la Tabla 1. Como se puede observar los valores obtenidos usando uno u otro modelo son muy similares, lo que indica que ambos modelos son análogos para este caso. Por otra parte, en la Figura 3 se muestra como ejemplo uno de los casos ajustados, donde se observa que ambos modelos se superponen y reproducen adecuadamente los datos experimentales.

Tabla 1. Valores de la constante cinética, k_2 , obtenidos por cada modelo en cada experimento en $M^{-1} s^{-1}$.

$[Ar27]_0$ (M)	$[O_3]_{in}$ (g m ⁻³)	Modelo Macroscópico	Modelo de Capa Dinámica
$3 \cdot 10^{-5}$	52.3	2760	2499
$5 \cdot 10^{-5}$	53	2095	1925
$5 \cdot 10^{-5}$	53	2095	1925
$5 \cdot 10^{-5}$	64.6	1950	1782
$5 \cdot 10^{-5}$	74.9	1930	1703
$7 \cdot 10^{-5}$	54.1	1898	1753

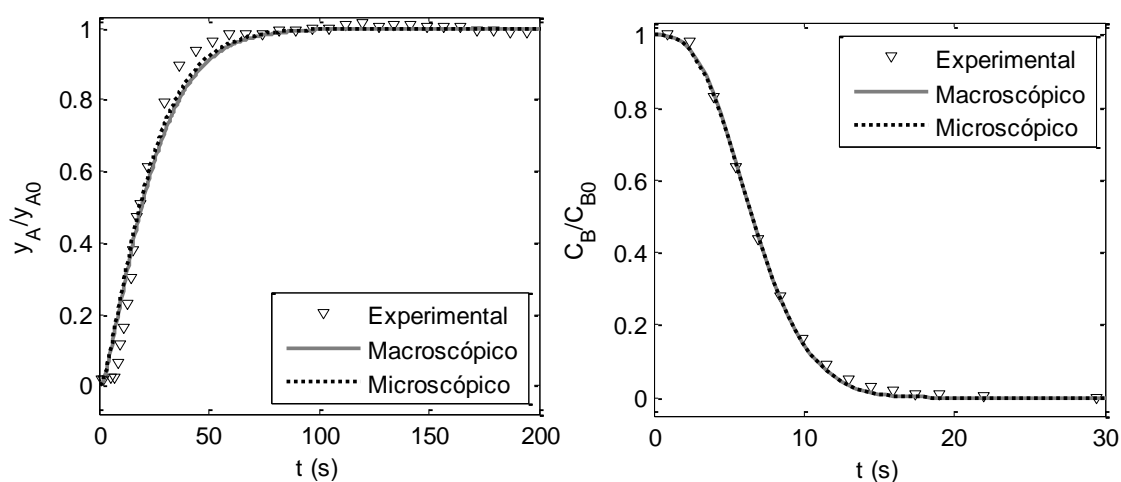


Figura 3. Resultados experimentales de la concentración normalizada de ozono en fase gas a la salida del reactor (y_A/y_{A0}) y de la concentración normalizada del colorante (C_B/C_{B0}), junto a las simulaciones de los dos modelos con el valor de k_2 estimado.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han analizado dos modelos matemáticos diferentes que reproducen las observaciones experimentales y obtienen evoluciones temporales similares en el caso de una cinética de segundo orden. El modelo microscópico de película permite determinar los perfiles de concentraciones en la película de líquido. Además, este modelo presenta la ventaja de que puede adaptarse fácilmente a mecanismos de reacción complejos, mientras que el modelo macroscópico de flujo precisa de la ecuación para el cálculo de Hatta que es diferente para cada mecanismo de reacción.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Programa de Ayudas de Investigación y Desarrollo (PAID) de la Universitat Politècnica de València (UPV-PAID-FPI-2010-04).

REFERENCIAS

- [1] Yeramian, A.A., Gottifredi J.C., Ronco, J.J., Chem. Eng. Sci. 25 (10), 1622-1625 (1970).
- [2] Santamaría J., Ingeniería de Reactores, ed. Síntesis (1999).
- [3] Navarro-Laboulais J., Cardona S.C., Torregrosa J.I., Abad A., López F., AIChE J., 52 (8), 2851-2863 (2006).
- [4] Navarro-Laboulais J., Cardona S.C., Torregrosa J.I., Abad A., López F., Comput. Chem. Eng., 32, 2382-2394 (2008).
- [5] Cardona S.C., López F., Abad A., Navarro-Laboulais J., Can. J. Chem. Eng., 88, 491-502 (2010).
- [6] Ferre-Aracil J., Cardona S.C., López F., Abad A., Navarro-Laboulais J., Ozone-Sci Eng., 35, 423-437 (2013).

Colaboración Horizontal en Logística

E. Pérez-Bernabeu⁽¹⁾, A. Juan⁽²⁾, J. Faulín⁽³⁾, M.A. Sellés⁽⁴⁾

*(1) Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad
Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia
Edificio Ferrándiz. Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: elenapb@eio.upv.es*

*(2) Internet Interdisciplinary Institute,
Universitat Oberta de Catalunya
c/ Rambla Poblenou, 156, 08018 Barcelona
e-mail: ajuanp@uoc.es*

*(3) Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
Universidad Pública de Navarra.
Campus de Arrosadía. 31006 Pamplona
e-mail: Javier.faulin@unavarra.es*

*(4) Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales
Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia
Edificio Carbonell. Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: maselles@dimmm.upv.es*

RESUMEN

La colaboración horizontal es una práctica que puede resultar muy beneficiosa, desde muchos puntos de vista, para las empresas y la sociedad en general. En esta comunicación se explica el creciente interés en la materia para el campo de la logística, concretamente, el transporte por carretera.

Se puede analizar los beneficios de la colaboración logística desde varios enfoques, como el medioambiental o el reparto de costes y beneficios.

INTRODUCCIÓN

El transporte por carretera es el medio de transporte de bienes predominante a nivel mundial, aunque desde los gobiernos de algunos países se está intentando promover la utilización de otros medios de transporte, principalmente el ferroviario. Esto se debe a los siguientes factores:

- Incremento del precio de los carburantes.
- Problemas de congestión de las carreteras.
- Emisión de gases de efecto invernadero.
- Problemas de seguridad.

El análisis realizado en esta comunicación se centra en el sector del Transporte por Carretera, pues aunque se promocionen otros medios de transporte, sigue siendo vital una buena gestión de los recursos utilizados y así optimizar su uso. Cada medio de transporte reúne unas características que hacen que sea único, e impide que las conclusiones que se obtengan de los estudios realizados en un medio concreto puedan extrapolarse al resto de medios.

Según los datos de la Unión Europea [1], el transporte por carretera sigue representando un alto porcentaje, como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Nivel de uso del medio de transporte de bienes por carretera

Unión Europea	47%
EEUU	32%
Japón	64%
China	30%

A pesar de las reticencias en términos medioambientales y de tráfico, algunas economías emergentes, contra todo pronóstico, han incrementado sus inversiones en autopistas. De este modo, el uso del transporte por carretera se incrementará a lo largo de los próximos años.

Como ejemplo del punto anterior, en China el transporte por ferrocarril ha descendido del 71% del total en 1980 a cerca del 50% en 2002. Y la tendencia sigue, de tal modo que el transporte por carretera tenía una cuota del 10% en 1980 y ha ido aumentando paulatinamente hasta un 30% en el año 2013 [1].

Por otro lado, además de la modalidad elegida para el transporte de bienes, también se ha de tener en cuenta que se estima que el transporte de estos bienes se incrementará en un 50% del año 2000 al año 2020.

En el sector del transporte existe un fuerte componente de competencia agresiva entre compañías por las crecientes expectativas sobre la calidad y el servicio al cliente. Esta competencia afecta muy directamente a las PYMES, que han de organizar de forma muy óptima sus recursos.

En los últimos tiempos se ha producido un acusado incremento del precio de los carburantes, así como el aumento de los impuestos hacen que las PYMES tengan que ser capaces de administrar al máximo sus recursos para hacer frente a las grandes empresas competidoras. Tienen que buscar la fórmula adecuada para reducir al máximo los costes de envío de sus productos a cualquier punto del planeta a precios competitivos.

Si se estudian los datos sobre el transporte en Europa con detenimiento [1], se observa que el 25% de los viajes de retorno de los camiones cuando entregan una mercancía es desaprovechado en cuanto a la carga. Es decir, vuelven vacío en una ruta que, con la colaboración horizontal, tal vez se hubiese podido aprovechar. Esta práctica, denominada por el término inglés de 'empty backhauling', o 'cabotage' ya está regulada en la legislación europea. Se han fijado unas normas para los transportistas que en su trabajo atraviesan distintos países y así optimizar el uso de la carga del camión pudiendo recoger cargas en países donde el vehículo no está registrado como transportista en su viaje de regreso.

La cooperación horizontal puede ser definida, según la Unión Europea (2001), como "prácticas concertadas entre compañías que operan en el mismo nivel de mercado". Esta colaboración entre socios en la industria del transporte tiene reticencias que, en muchos casos, provienen de los propios candidatos a socios de estas redes colaborativas. Cabe sopesar en estos casos el beneficio que les aportaría esta

colaboración frente a la inseguridad que les proporciona confiar información relevante sobre sus clientes y envíos a potenciales competidores. Se asume que esta asociación de intereses comunes puede ayudar a reducir las emisiones contaminantes, reducir la cantidad de viajes necesarios, bajar los costes de transporte, aumentar la eficiencia de los transportistas, entre otras ventajas.

En la revisión de la literatura podemos encontrar diversos enfoques para estudiar y analizar la colaboración horizontal, por cuanto cada uno de los matices que influyen en la misma constituye un objeto de investigación en sí mismo.

Existen artículos que inciden concretamente en aspectos como los siguientes:

- Ubicación de costes y reparto de los beneficios.
- Hallar la ruta óptima.
- Marco de colaboración entre empresas.
- Huella ecológica.

En todos ellos se puede hacer una comparación entre escenarios cooperativos y escenarios no-cooperativos. Se diferencian esencialmente en que en los escenarios no-cooperativos, cada proveedor servirá sus productos a sus propios clientes, mientras que en el otro caso, en el escenario cooperativo, las compañías se han asociado de forma que el proveedor más próximo sirve a cada cliente, o se combinan las rutas necesarias para favorecer a los socios interesados.

En los últimos años se ha incrementado la investigación científica en este campo. Se considera punto de partida la publicación por parte de la empresa Nistevio en 2001 de un artículo en el que se establecían la Leyes Inmutables de la Logística Colaborativa [2].

Las Siete Leyes Inmutables de la Logística Colaborativa son [2]:

- Primera ley: Debe resultar en beneficios reales y reconocidos para todos sus miembros, es decir todos deben tener la capacidad de cuantificar esos beneficios.
- Segunda ley: Debe conducir a sus miembros a convertirse en socios de colaboración en una dinámica de creación, medición y evolución.
- Tercera Ley: Debe apoyar las interrelaciones entre co-compradores y co-vendedores, en la red de suministro.
- Cuarta ley: Debe proveer un modelo de seguridad flexible
- Quinta ley: Debe apoyar la colaboración entre todos los niveles de integración del proceso de negocios.
- Sexta ley: Debe apoyar la integración abierta con otros servicios.
- Séptima ley: Debe apoyar la colaboración alrededor de los cinco flujos logísticos: información, productos, activos, documentos y capital.

En la figura 1 se puede observar la evolución de los artículos publicados en los últimos años. Es patente que la tendencia es a investigar en esta temática.

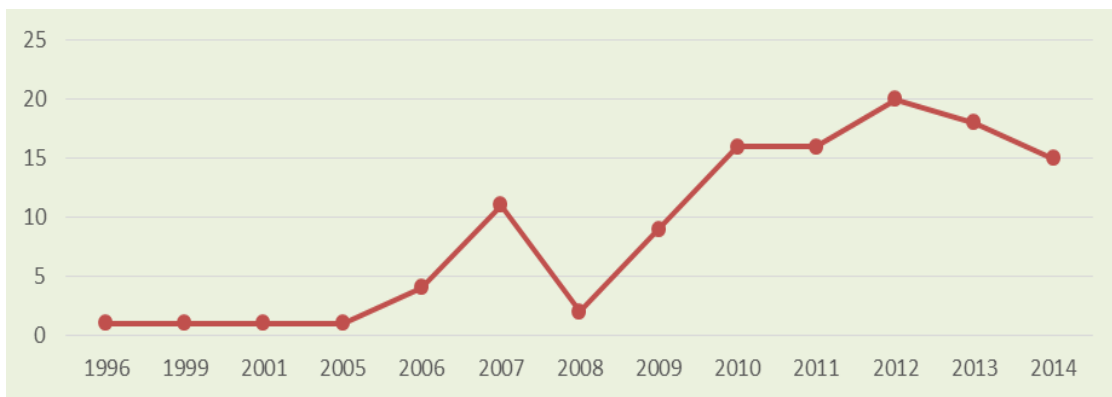


Figura 1. Número de publicaciones relacionadas con la colaboración horizontal en el transporte

CONCLUSIONES

La investigación en líneas relacionadas con la colaboración horizontal se incrementa año tras año. El interés es creciente por parte de las autoridades a todos los niveles, ya que la colaboración horizontal es útil desde muchos puntos de vista (economía de las empresas, menor contaminación, optimización de recursos, etc.).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia del Ministerio de Economía y Competitividad por la financiación del proyecto de investigación “Cooperación Horizontal y Costes Medioambientales en la Gestión Sostenible del Transporte de Mercancías” con Referencia TRA2013-48180-C3-1-P.

REFERENCIAS

- [1] European Commission. EU transport in figures. Publications Office of the European Union. (2011).
- [2] Lynch, K. “Collaborative Logistics Networks – Breaking Traditional Performance Barriers for Shippers and Carriers”. Nistevo Corporation, White Paper. 2008.
- [3] Bahinipati, B. K., Kanda, A., and Deshmukh. S.G. Horizontal collaboration in semiconductor manufacturing industry supply chain: An evaluation of collaboration intensity index. Computers & Industrial Engineering, Vol. 57, pp. 880-895.(2009)

Efectos del sistema cristalino del hielo puro en la densidad de mezclas binarias de hielos

R. Luna, M.A. Satorre, M. Domingo, C. Santonja, C. Millán

Centro de Tecnologías Físicas

Departamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de Valencia

Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alacant)

e-mail: ralunam@fis.upv.es

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la densidad y de la parte real del índice de refracción a 632.8 nm, de mezclas de hielos binarias formados por acreción de metano, dióxido de carbono y nitrógeno sobre superficies frías (13 K). Los resultados hallados serán introducidos en posteriores estudios de estos hielos y de las interacciones entre los mismos, puesto que hasta ahora estos parámetros no han sido medidos. Los valores obtenidos experimentalmente para mezclas no se ajustan a las predicciones teóricas a partir de los valores para los hielos puros. En esta comunicación conjeturamos una explicación de este hecho a partir del ensamblaje de las estructuras cristalinas de los compuestos puros.

INTRODUCCIÓN

Moléculas congeladas sobre superficies heladas pueden ser encontradas en diversos escenarios astrofísicos, como son el Medio Interestelar en las frías nubes moleculares, sistemas planetarios, como nuestro Sistema Solar, y en aquellos objetos que cumplan las condiciones adecuadas para su formación y mantenimiento. Pueden encontrarse, o bien formando una mezcla, o bien en estado puro. Su abundancia varía de unos escenarios a otros, y sus propiedades y dinámica depende de las características del medio en el que se encuentren [1].

La construcción y aplicación de modelos que permitan simular los procesos a los que son sometidos estos materiales en los diferentes escenarios, necesitan de la introducción de valores, en los parámetros considerados, lo más cercanos a los reales posibles. En caso contrario, las descripciones que se obtienen no se corresponderán de forma adecuada con los ambientes que tratan de reproducir. Un ejemplo de ello se presenta con la densidad a la que, sin distinción de las moléculas que conforman el hielo, tradicionalmente se le ha asignado el valor de 1 g/cm^3 . Valores que se sitúan totalmente fuera de la realidad a tenor de los resultados obtenidos en el trabajo de Satorre et al. [2].

Este trabajo trata concretamente de la medida del índice de refracción y de la densidad de mezclas de hielos. Como ejemplo de la influencia de estos parámetros físicos, tomaremos en consideración el bombardeo de superficies heladas por iones. En el proceso, la energía de estos iones puede ser totalmente cedida a la superficie del hielo en la que inciden, con lo cual quedan retenidos, como ocurre en la superficie de los planetas helados; o bien pueden ceder parcialmente esta energía y atravesar la superficie, como se ha constatado en la atmósfera de Titán [3]. Estos procesos producen efectos diferentes y están en gran medida gobernados por la densidad del hielo. Hielos más densos extraen más energía de los iones que los más ligeros [4]. En

los programas utilizados para simular estos efectos (SRIM), la densidad del hielo debe ser introducida como un parámetro, y una valoración inexacta conduciría inevitablemente a resultados erróneos.

Por su parte, el índice de refracción influye de forma decisiva en la medida de las abundancias de cada molécula a partir de las medidas de transmitancia de la radiación [5]. Por un lado, son necesarias, junto con la densidad, para poder obtener las absorbancias integradas de las bandas de absorción. Por otro lado, para poder obtener la intensidad de radiación que se pierde por dispersión, se hace imprescindible el uso de modelos físicos (como ejemplo más sencillo, el modelo de Mie) en los que el índice de refracción es un parámetro que debe ser introducido.

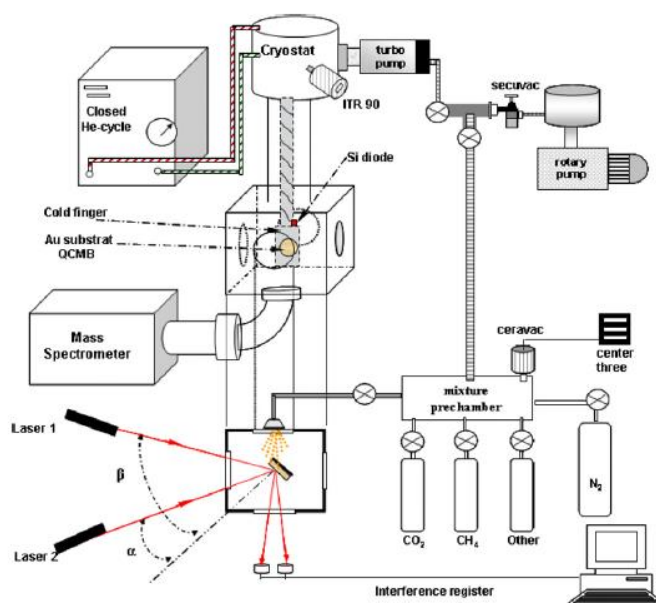
Lo afirmado en los párrafos anteriores da idea de la necesidad de obtener los valores de la densidad y del índice de refracción de hielos que se puedan encontrar en los diferentes ambientes astrofísicos. Este es el objetivo del presente trabajo.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Esquema experimental

El montaje experimental para realizar las medidas del índice de refracción y de la densidad puede observarse en la siguiente figura, y de forma simplificada consta de:

- Una cámara de alto vacío.
- Dos bombas, rotativa y turbo-molecular, con las que producir el vacío en la cámara
- Espectrómetro de masas que controla la composición de los gases introducidos en la cámara.
- Dos láseres que inciden sobre la película al tiempo que crece y dos fotodiodos para medir la señal de los láseres tras reflejarse en la muestra.
- Equipo de frío que permite alcanzar la temperatura de 13 K sobre el electrodo de oro de una QCBM.
- QCBM que permite la medida de la masa depositada.
- Una cámara previa en la que se realiza mezcla de los gases.



En cuanto al procedimiento experimental seguido y el tratamiento de los datos puede ser encontrado en Satorre et al. [2].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 1 y 2 muestran los resultados de las medidas del índice de refracción y de la densidad para las tres muestras.

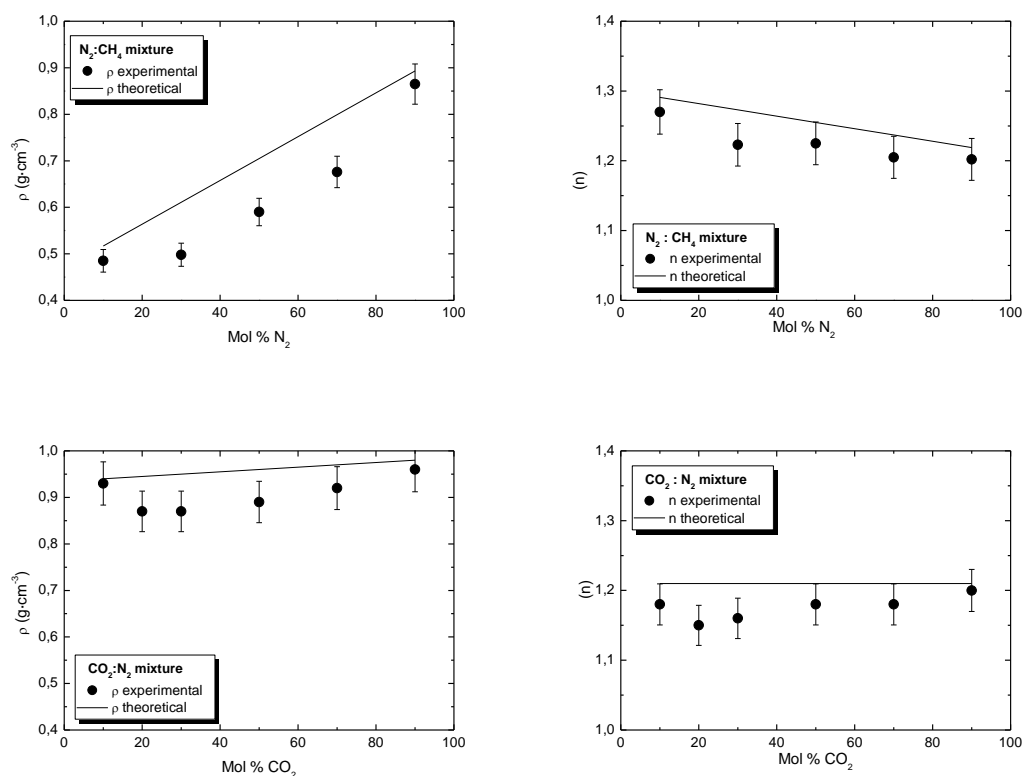


Figura 1. Índices de refracción y densidades de las mezclas de metano y dióxido de carbono con nitrógeno en función de la temperatura de depósito

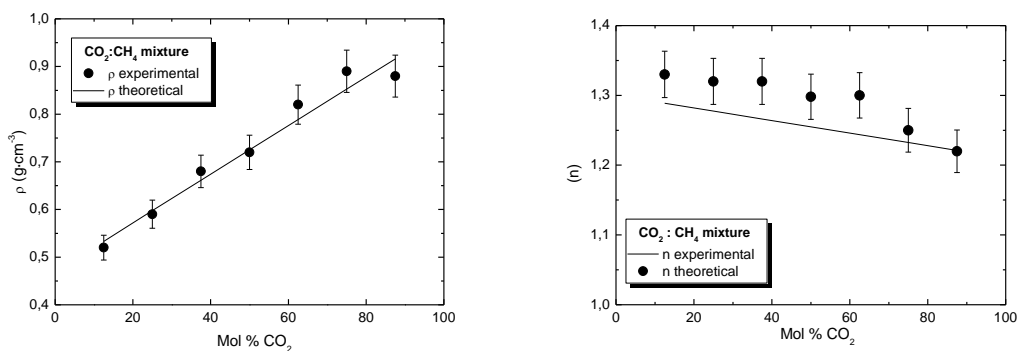


Figura 2. Índice de refracción y densidad de la mezcla de metano y dióxido de carbono en función de la temperatura de depósito.

Las observaciones más destacables serían:

Densidades

Las mezclas de nitrógeno con dióxido de carbono y metano exhiben densidades con valores hasta un 10 % por debajo de los valores teóricos. Sin embargo, las dos últimas moléculas, al ser mezcladas para producir el hielo, exhiben un comportamiento que coincide dentro de los márgenes de error con los valores teóricos.

Índices de refracción

En este caso, todas las mezclas con las que se han realizado los experimentos divergen de los valores teóricos.

CONCLUSIONES

Existen trabajos previos que constatan la cristalización de las moléculas de dióxido de carbono y metano en el sistema cúbico centrado en caras (FCC)[6,7], y las de nitrógeno en el hexagonal compacto (HCP) [7]. Aunque sería muy arriesgado aventurar conclusiones definitivas, pues haría falta realizar más series de experimentos con otras mezclas, variando diferentes parámetros; podemos conjeturar que el factor que indica que las densidades de las mezclas se ajustan al modelo teórico (considerado éste como el promedio ponderado a las fracciones molares de cada una de las moléculas en la fase gaseosa) es el sistema de cristalización de las sustancias puras. Cuando coinciden en las dos moléculas, se produce una mejor compactación, eliminando espacios intersticiales y disminuyendo la porosidad. El comportamiento del índice de refracción con la temperatura de depósito coincide con el caso de la densidad en las mezclas de dióxido de carbono y metano con nitrógeno; por el contrario, aumenta por encima del margen de error en la mezcla de las dos primeras moléculas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia AYA 2009-12974.

REFERENCIAS

- [1] Williams, D.A., Brown, W.A., Price, S.D., Rawlings, J.M.C, Viti, S., *Molecules, ices and astronomy*. *Astron. Geophys.* 48:1, 25-34 (2007).
- [2] Satorre, M.Á., Domingo, M., Millán, C., Luna, R., Vilaplana, R., Santonja, C., *Planet. Space Sci.* 56, 1748-1752 (2008).
- [3] Lunine, J.I., *Surface-atmosphere interaction on Titan*. *Solar System Ices*, 633-653 (1998).
- [4] Johnson R.E., *Irradiation of solids: Theory*. In: *Proceedings of the International School of Physics Enrico Fermi*. Course CXI, pp. 129–168 (1991).
- [5] Hudgins, D.M., Sandford, S.A., Allamandola, L.J., Tielens, A.G.G.M., *Astrophys. J., Suppl. Ser.* 86, 713–870 (1993).
- [6] Cardini, G., Procacci, P., Righini, R., *J. Chem. Phys.* 117, 355-366 (1987)
- [7] Tompson, W.R. *Proceedings of the International Workshop*, Alpbach, Austria, ESA SP-241, 109-119 (1985).

El papel de la energía de sublimación en atmósferas planetarias.

R. Luna, M. Domingo, C. Millán, C. Santonja, M.A. Satorre,
Centro de Tecnologías Físicas. Universitat Politècnica de València,
46022 València
e-mail: ralunam@fis.upv.es

RESUMEN

La determinación de la energía de sublimación de diferentes compuestos presentes en atmósferas planetarias nos ayuda a entender mejor los procesos dinámicos entre la superficie y la atmósfera de estos entornos y de cualquier otro escenario astrofísico en el que los hielos estén presentes. En este trabajo mostramos el método usado por nosotros para el cálculo de la energía de sublimación de diferentes hielos, así como los resultados obtenidos. Al comparar nuestros datos con otros datos publicados previamente, puede observarse que los resultados coinciden teniendo en cuenta el margen de error.

INTRODUCCIÓN

En entornos de interés astrofísico es importante el estudio de los hielos (fase sólida de cualquier sustancia que en condiciones normales de presión y temperatura se encuentra en fase líquida o gas) puesto que sus propiedades físicas y químicas determinan en gran manera los procesos dinámicos que ocurren en dichos entornos, como pueden ser las superficies de algunos planetas u otros objetos del Sistema Solar como los satélites u objetos transneptunianos. Aparte del agua, podemos encontrar en las superficies mencionadas: CO, CH₄, CO₂, N₂ y NH₃ [1-10].

Para la mejor caracterización de los materiales constituyentes de las superficies heladas es necesario conocer la entalpía de sublimación de cada una de las sustancias que las componen dado que con dicho parámetro podemos estimar la tasa de sublimación de cada especie bajo determinadas condiciones de presión y temperatura. Con el fin de obtener este parámetro, hemos desarrollado un procedimiento en el que usamos una microbalanza de cuarzo (QCMB) operada en condiciones de alto vacío (HV). El método está basado en que bajo nuestras condiciones experimentales el proceso de sublimación es de orden cero, puesto que las moléculas que desorben dejan al descubierto otras capas que se encuentran siempre en la mismas condiciones que las precedentes y por tanto la velocidad de desorción no depende la cantidad de moléculas en la interfase.

En este trabajo también presentamos los resultados obtenidos para las entalpías de sublimación de los hielos mencionados anteriormente y una comparación con otros resultados presentes en la literatura, con el fin de darle validez a nuestro método.

APARATO EXPERIMENTAL

Los componentes básicos de nuestro sistema experimental (Figura 1) son un sistema de alto vacío y bajas temperaturas, una QCMB, un láser y un espectrómetro de masas de cuadrupolo (QMS). El vacío de la cámara se obtiene mediante una bomba turbomolecular respaldada por una bomba rotativa. Además, un criostato de He (40 K) actúa como criobomba proporcionando presiones por debajo de 10^{-7} mbar (condiciones de HV). La composición de los gases en la cámara y su correspondiente presión son monitorizados de forma continua por el QMS. Como portamuestras se utiliza la QCMB (cuya frecuencia de oscilación propia es de 5 MHz) situada en la segunda etapa del criostato. Para controlar la temperatura en el portamuestras, se usa un controlador de temperatura ITC 503S que nos permite variar la temperatura de la muestra en el rango comprendido entre 12 y 300 K. La velocidad de inserción de los gases en la cámara depende de dos parámetros: la presión que tienen los gases en la precámara y la abertura de la válvula de aguja usada para comunicar la precámara con la cámara. Durante el crecimiento de la capa de hielo se utiliza la interferometría por láser para conocer el tamaño de la capa depositada, que suele estar alrededor de 1 micra. Tras el depósito la capa de hielo es calentada mediante una rampa de temperatura de 1 K min^{-1} , usada ampliamente por otros autores.

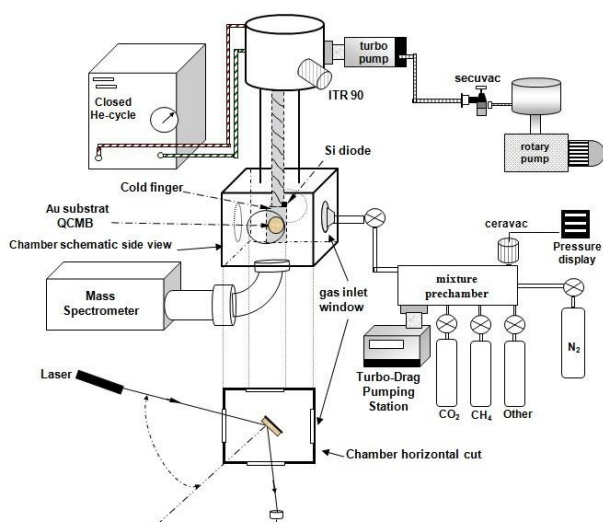


Figura 1. Esquema del dispositivo experimental

DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA DE SUBLIMACIÓN

Análisis de la variación de la frecuencia de una QCMB (M1)

Se basa principalmente en la aplicación de la ecuación de Sauerbrey (eq. 1) a la variación de la frecuencia de la QCMB con la variación de la masa depositada sobre ella,

$$\Delta f_0 = -S \cdot \Delta m \quad (1)$$

y la ecuación de Polanyi-Wigner (en nuestro caso para orden 0) que calcula la velocidad de desorción de una especie en función de la temperatura (eq. 2).

$$r_{des} = -A \cdot \exp\left(-\frac{E_{sub}}{RT}\right) \quad (2)$$

En la Figura 2 (izquierda) podemos ver una curva teórica de desorción de un proceso de orden cero (trazo discontinuo) junto con nuestra curva experimental (línea continua). La coincidencia en la forma de ambos perfiles nos permite asumir que el proceso de desorción que se produce en nuestros experimentos es de orden 0.

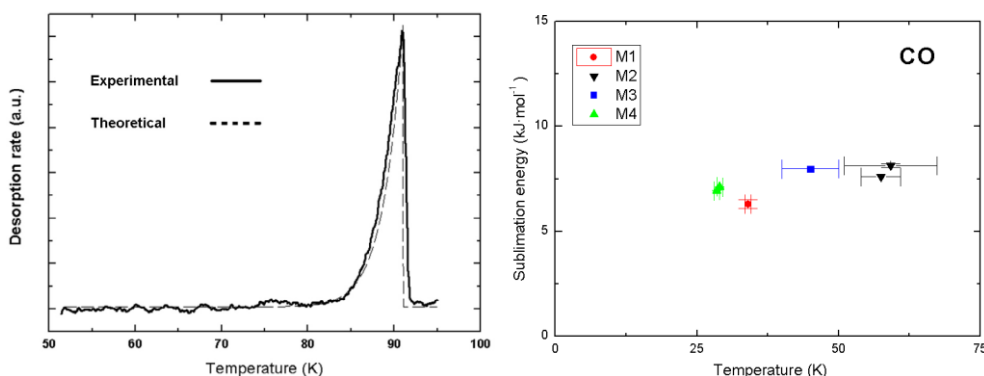


Figura 2. Izquierda: curvas de desorción teórica en un proceso de cinética cero (línea discontinua) y la obtenida por nosotros experimentalmente (línea continua). Derecha: comparación de los valores de energía de desorción obtenidos por diferentes métodos.

Por tanto a partir del análisis numérico de los datos representados, podemos obtener el valor de la energía de sublimación.

En la literatura se han usado con anterioridad otros métodos para obtener dicho parámetro, entre los más usados podemos enumerar los siguientes:

- Análisis de la presión del vapor de la fase sólida frente a la temperatura (M2).
- Análisis de la intensidad de la banda de absorción en el infrarrojo a diferentes temperaturas cercanas a la temperatura de sublimación (M3).
- Análisis de la señal del espectrómetro de masas en un experimento de desorción a temperatura programada (M4).

Con el fin de comparar todos los métodos enumerados, en la Figura 2 (derecha) hemos representado el valor de la entalpía de sublimación obtenido por nosotros junto a la obtenida en cada uno de los métodos anteriores, para el caso del CO. En la gráfica, la abscisa representa la temperatura a la que se produce la desorción. Puede observarse que los datos obtenidos por los diferentes métodos son similares y no dependen de la temperatura a la que se produce la desorción. Además, los valores de la entalpía coinciden dentro de los intervalos de error, independientemente de la temperatura a la que se produce la desorción. Dichos valores también se recopilan de forma numérica en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la energía de desorción (columna 3) obtenidos para las diferentes especies estudiadas, junto con la temperatura a la que se produce el pico de desorción (columna 2) y la media de los valores obtenidos por los diferentes métodos presentes en la literatura (columna 4).

Sustancia	T (K)	E_{sub} (kJ mol ⁻¹)	\bar{E}_{sub} (kJ mol ⁻¹)
CO ₂	91.5-92.5	29.3 ± 0.3	26 ± 3
CH ₄	35.5-36.5	8.5 ± 0.3	9.4 ± 0.7
CO	33.5-34.5	6.3 ± 0.2	7.3 ± 0.6
NH ₃	112.5-113.5	31.8 ± 0.5	28 ± 4
N ₂	24.5-25.5	4.3 ± 0.2	6.0 ± 1.7

CONCLUSIONES

Con este trabajo hemos presentado el método desarrollado en nuestro laboratorio para la obtención de las energías de sublimación de diferentes hielos que están presentes en algunas de las atmósferas de los objetos del Sistema Solar. Este parámetro es usado para estudiar la composición de dichas atmósferas así como los procesos físicos y químicos que allí ocurren: difusión, reacción química, mezcla, adsorción, etc. Los datos obtenidos son comparables a los datos presentes en la literatura que han sido obtenidos por otros métodos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio Español de Educación y Ciencia y cofinanciado por los fondos FEDER dentro del plan AYA 2009-12974.

REFERENCIAS

- [1] Quirico, E., Douté, S., Schmitt, B., et al., *Icarus*, 139, 159 (1999)
- [2] Lellouch, E., de Bergh, C., Sicardy, B., Käufel, H. U., Smette, A., *A&A*, 530, L4 (2011)
- [3] Douté, S., Schmitt, B., Quirico, E., et al., *Icarus*, 142, 421 (1999)
- [4] Cruikshank, D. P., Roush, T. L., Owen, T. C., et al., *Science*, 261, 742 (1993)
- [5] Owen, T. C., Roush, T. L., Cruikshank, D. P., et al., *Science*, 261, 745 (1993)
- [6] Haberle, R. M., Mattingly, B., & Titus, T. N., *Geophys. Res. Lett.*, 31, L05702 (2004)
- [7] Aharonson, O., Zuber, M. T., Smith, D. E., et al., *J. Geophys. Res.*, 109, E05004 1 (2004)
- [8] McCord, T. B., Carlson, R. W., Smythe, W. D., et al., *Science*, 278, 271 (1997)
- [9] Hansen, G. B., & McCord, T. B., *Geophys. Res. Lett.*, 35, L01202 (2008)
- [10] Gunnarsson, M., Bockelée-Morvan, D., Biver, N., Crovisier, J., & Rickman, H., *A&A*, 488, 2, 537 (2008)
- [11] Barucci, M. A., Merlin, F., Guilbert, A., et al., *A&A*, 479, L13 (2008)

Influencia de los parametros de conformado en el coeficiente de absorción acustica de fibras provenientes de reciclado de neumaticos (NFU's)

**M. Zamorano Cantó⁽¹⁾, P. Miró i Martínez⁽²⁾, A.V. Nadal-Gisbert⁽³⁾,
J.E. Crespo Amorós⁽³⁾, J. Segura Alcaraz⁽⁴⁾**

*(1) Universidad Politécnica de Valencia, Departamento ingeniería textil y papelera,
Universitat Politècnica de València Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
Email: mzamoran@upvnet.upv.es.*

*(2) Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Estadística e investigación
operativa aplicada y calidad. Universitat Politècnica de València Plaza Ferrándiz y
Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)*

*(3) Universidad Politécnica de Valencia, Departamento ingeniería mecánica y materiales,
Universitat Politècnica de València Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)*

*(4) Universidad Politécnica de Valencia, Centro de tecnologías físicas, Universitat Politècnica de
València Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)*

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio de la absorción acústica de la fibra o "fluff" proveniente de neumáticos reciclados (NFU's) en función de diferentes parámetros de conformado, tratando de dar una respuesta al problema medioambiental generado por estos residuos. El objetivo del trabajo, es el estudio de los parámetros óptimos de temperatura, presión, masa y tiempo de exposición, mediante diseño experimental, con el fin de conseguir una caracterización de diferentes fibras provenientes de residuos de NFU's.

INTRODUCCIÓN

La cantidad de NFU's que se producen, así como las enormes reservas del pasado, presentan muchos peligros potenciales. Pueden contaminar las aguas subterráneas, la enfermedad del puerto llevando mosquitos en agua estancada, son inflamables, entre otros inconvenientes se depuran procesos tecnológicos para reutilizar los materiales que conforman los NFU's. Son numerosos los trabajos y estudios que buscan una salida a los materiales generados con los NFUs en el campo de la acústica. A. Bartl [1] repasa las tecnologías disponibles para el reciclaje de las fibras en los textiles, alfombras, materiales compuestos especifica la necesidad de caracterizar y procesar adecuadamente las fibras provenientes de los NFUs como materia prima valiosa. F. Asdrubali [2] analiza y optimiza el proceso de manufactura de materiales granulados provenientes del reciclaje de los neumáticos como candidatos a ser utilizados en aislantes del sonido. Investigando la influencia del tamaño de grano la concentración y la densidad J. Ramis [3], busca nuevos materiales para ser utilizados en el ámbito de la insonorización en la edificación y presenta un material absorbente basado en fibras vegetales concretamente el kenaf. En este estudio trabajamos en el comportamiento como absorbentes acústicos de dos clases de fibras textiles provenientes de diferentes métodos de extracción y separación en el reciclado de NFUs. Mediante diseño de experimentos hemos elaborado una distribución de los parámetros para la conformación de un panel que tenga máxima absorbancia acústica en un rango de frecuencias de 0-4500 Hz, mediante un proceso de termo compresión, y con la aportación aglutinadora y adhesiva de las partículas residuales de caucho fijadas a las

fibras, teniendo en cuenta el umbral de las temperaturas de transición vítrea de las fibras Tg. y de las porciones de caucho presentes en la mezcla.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Toma y análisis de las muestras

Se han empleado 2 clases de fibra (Fig. 1), la fibra a la que denominaremos número uno, formada por hilos retorcidos a dos cabos, la dos constituida por fibras muy cortas (4-6 mm).

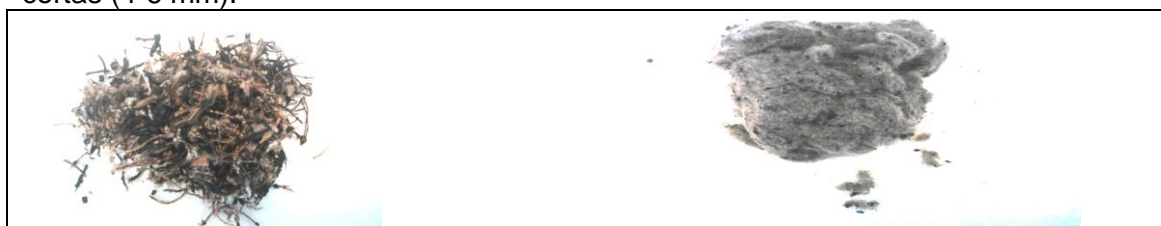


Figura 1. Fibras uno y dos (de izquierda a derecha)

Estudio simultáneo de los 5 factores

Aplicamos un plan factorial equilibrado 2^5 . Se realiza un único diseño de 32 pruebas, consistentes en las 16 combinaciones posibles de los dos niveles de los factores, de dos clases de fibra estudiadas Para el diseño del proceso experimental factorial, vamos a definir los siguientes niveles: los valores mínimo (-1) y máximo (+1)

Tabla 1. Rango experimental y niveles de las variables del proceso.

<i>Variables independientes</i>	Rango y Nivel	
	-1	+1
X_1 : Clase de fibra (n^o)	1	2
X_2 : Temperatura (oC)	220	240
X_3 : Tiempo (min)	60	90
X_4 : Masa (g)	450	550
X_5 : Presión (cm)	3.5	4.5

Tabla 2 . Matriz de diseño de experimentos

Orden	Sección	Fibra X_1	Temperatura X_2	Tiempo X_3	masa X_4	presión X_5
1 ^o	1	-1	+1	+1	+1	-1
2 ^o	1	+1	-1	+1	+1	-1
3 ^o	1	-1	+1	+1	+1	-1
4 ^o	1	-1	-1	-1	-1	+1
5 ^o	1	-1	+1	-1	+1	+1
6 ^o	1	+1	+1	-1	-1	-1
7 ^o	1	-1	+1	+1	+1	+1
8 ^o	1	-1	-1	-1	+1	+1
9 ^o	1	-1	+1	-1	+1	-1

10°	1	-1	-1	-1	-1	-1
11°	1	+1	+1	-1	-1	+1
12°	1	+1	+1	+1	-1	-1
13°	1	-1	-1	+1	-1	+1
14°	1	+1	-1	-1	-1	-1
15°	1	-1	-1	+1	-1	-1
16°	1	+1	-1	-1	+1	-1
17°	1	-1	+1	-1	-1	-1
18°	1	+1	-1	+1	+1	+1
19°	1	+1	-1	-1	+1	+1
20°	1	-1	+1	+1	-1	+1
21°	1	+1	+1	+1	-1	+1
22°	1	-1	+1	-1	-1	+1
23°	1	+1	+1	+1	+1	+1
24°	1	-1	-1	+1	+1	-1
25°	1	-1	-1	+1	+1	+1
26°	1	+1	+1	-1	+1	+1
27°	1	+1	-1	+1	-1	+1
28°	1	+1	+1	-1	+1	-1
29°	1	-1	-1	-1	+1	-1
30°	1	+1	+1	+1	+1	-1
31°	1	+1	-1	-1	-1	+1
32°	1	+1	-1	+1	+1	-1

Equipo

Se ha utilizado una prensa de platos calientes de 300°C de temperatura máxima. En la determinación del Coeficiente de Absorción Acústica se emplea el método que establece la Norma UNE EN ISO 10534-2:2002.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FRECUENCIAS(Hz)	FIBRA	°T	t	g	P	SIGNIFICATIVAS	INTERACCIONES
0-999 CA1	1	220	60	550	3,5	Fibra,Masa	
1000-1999 CA2	1	220	90	550	4,5	Fibra	Fibra-Masa,Fibra-Presion
2000-2999 CA3	1	240	90	450	3,5	Fibra,Masa	
3000-3999 CA4	1	220	60	550	3,5	Presión	Fibra-Masa

Diagrama de Pareto Estandarizada para CA1

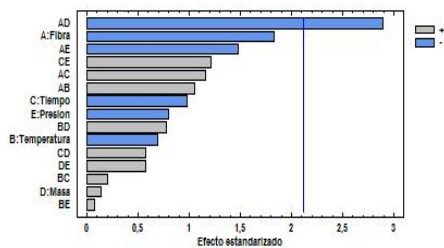


Diagrama de Pareto Estandarizada para CA2

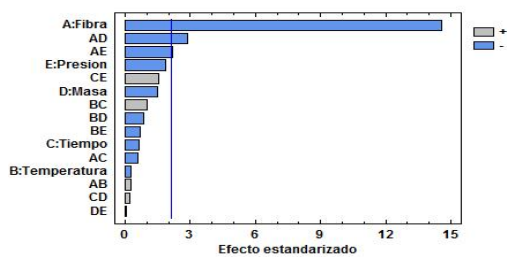


Diagrama de Pareto Estandarizada para CA3

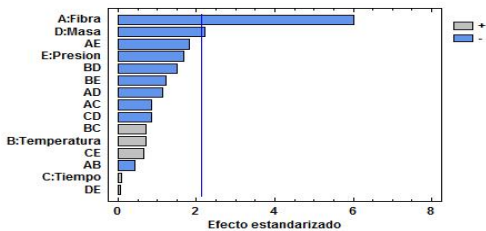
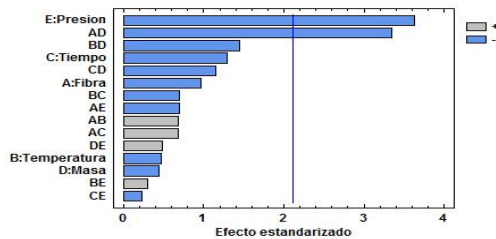


Diagrama de Pareto Estandarizada para CA4



La fibra 1 es la que mejor comportamiento presenta como absorbente acústico, apareciendo como óptima para los cinco segmentos.

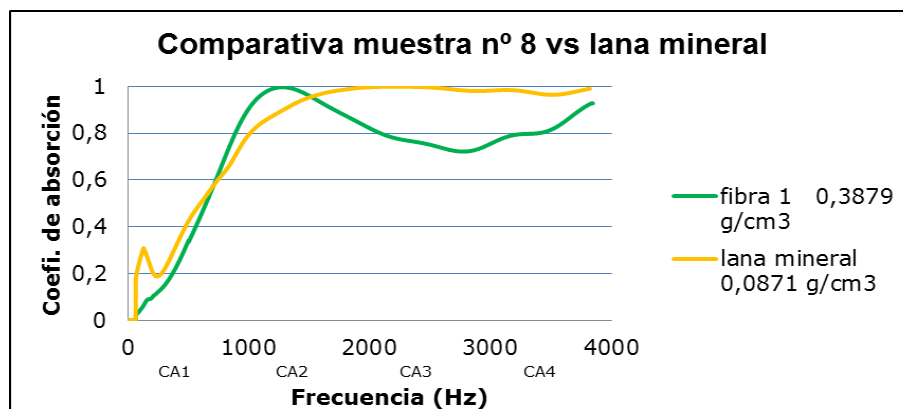


Figura 2. Coeficiente de absorción de las dos muestras a distintas frecuencias.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran como el proceso de conformación de las fibras influye en el rango de frecuencias y valor de la absorción acústica.

La muestra nº 8 es la que tiene mejor coeficiente de absorción Figura 2.

Los resultados obtenidos con restos textiles provenientes de NFUs son buenos candidatos para competir con los productos comerciales en la lucha contra el ruido.

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo se presentan resultados del proyecto BIA2013-41537-R (BIAEFIREMAT). "Desarrollo de nuevos eco-materiales y soluciones constructivas sostenibles para edificación basado en el uso de residuos y materias primas renovables" financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y cofinanciado con fondos FEDER., dentro del Programa Estatal I+D+I orientada a los Retos de la Sociedad 2013.

REFERENCIAS

- [1] A. Bartl, A. Hackl, B. Mihalyi, M. Wistuba, I. Marini, Process Safety and Environmental
- [2] F.A.a.F. D'alessandro, International Journal of Acoustics and Vibration 16 (2011) 119-125.
- [3] J. Ramis, J. Alba, R. del Rey, E. Escuder, V.J. Sanchis, Materiales De Construccion, 60 (2010) 133-143

Comportamiento acústico de materiales compuestos a partir de Vermiculita

T.V. Esquerdo-Lloret⁽¹⁾, A.V. Nadal-Gisbert⁽¹⁾, R. Maderuelo⁽²⁾, M.A. Peydró⁽¹⁾

(1) *Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: toesllo1@mcm.upv.es*

(2) *Intromac, Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción,
Universidad de Extremadura
Carretera de Trujillo, s/n 10071 Cáceres (Extremadura)*

RESUMEN

Los materiales expandidos derivados de arcillas se emplean en el sector de la construcción. Las ventajas de estos materiales se centran en la reducción en peso del mortero y en las buenas propiedades de confort resultantes: térmicas y acústicas. La arlita es el material expandido más utilizado en la construcción, sin embargo, la vermiculita también puede ser interesante para este tipo de usos.

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos en la caracterización acústica de materiales absorbentes elaborados a partir de mezclas de mortero de cemento (C) y vermiculita (V). Se analiza la respuesta acústica de la impedancia, resistencia al flujo, porosidad y tortuosidad en diversas muestras de vermiculita de grano fino y grano grueso.

INTRODUCCIÓN

Materiales como la arlita, vermiculita o perlita pertenecen a un grupo de materiales expandidos que contienen aire en su interior y con baja densidad. La expansión se obtiene al calentar la roca triturada hasta valores cercanos a los 1000°C. A estas temperaturas, las partículas de agua contenidas en su interior gasifican y aumentan el tamaño del árido hasta 30 veces. La densidad del producto final puede variar entre 60 y 130 kg/m³. En el caso de la vermiculita el producto expandido está formado por capas estratificadas. Esta particularidad facilita la absorción de materiales contaminantes [1] o metales pesados: Cd, Zn, Hg, Cr. Como alternativa a este uso, se plantea la posibilidad de aplicar este material para absorción acústica. En este estudio se analiza el comportamiento acústico de la vermiculita como aligerante en morteros de cemento en distintos porcentajes. La cantidad de vermiculita-cemento-agua utilizada en la preparación de las probetas determina el tamaño de las partículas y con ello las características acústicas.

MATERIAL Y PROBETAS

Se ha empleado la vermiculita en dos granulometrías: V2 (grano fino) y V3 (grano grueso). La distribución granulométrica para el material virgen obtenida a partir de la tamizadora CISA modelo RO09 indica que en la vermiculita fina el 54.63% del material queda retenido en el tamiz de 1mm, mientras que en la vermiculita gruesa la mayor cantidad queda retenida en el tamiz de 2 mm con un 52.68%. El material de adhesión

ha sido Cemento Portland de alta resistencia BL I 52.5 R. Las probetas se han obtenido con una amasadora mecánica tipo orbital marca BOMANN, modelo CB 332, al nivel 3 de amasado (amasado medio siguiendo la norma UNE EN 196-1 [2]) vertiendo la vermiculita con la amasadora en funcionamiento. Las condiciones ambientales durante el amasado y su posterior secado se han mantenido: 23°C y humedad relativa del 34%.



Figura 1. Dimensiones de las probetas (V2 20-70-56).

Tabla 1. Resultados obtenidos para la muestra V2 20-80-64.

	Proporciones en peso de V-C-A			Densidad (g/cm ³)	
	V/C	V/A	C/A	V2	V3
20-100-60	0.2	0.33	1.66	0.8	0.79
20-70-56	0.28	0.36	1.25	0.53	0.62
20-80-48	0.25	0.42	1.66	0.64	0.68
20-80-64	0.25	0.31	1.25	0.49	0.78
20-70-49	0.29	0.40	1.43	0.61	0.72
20-60-48	0.33	0.42	1.25	0.51	0.56

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La impedancia acústica y el coeficiente de absorción se han determinado experimentalmente en un tubo de impedancia [3] hasta los 6400Hz de frecuencia de muestreo. Las condiciones ambientales en la realización de los ensayos han sido: presión atmosférica de 1013.25 hPa, temperatura de 23°C y una humedad relativa del 34%, la densidad del aire 1.202 kg/m³, velocidad del sonido 343.24 m/s e impedancia característica del aire 412.6 Pa/(m/s).

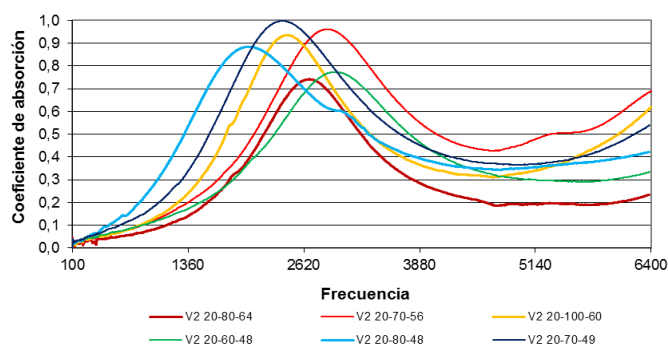


Figura 2. Coeficiente de absorción en V2. Espesor de probeta 20 mm.

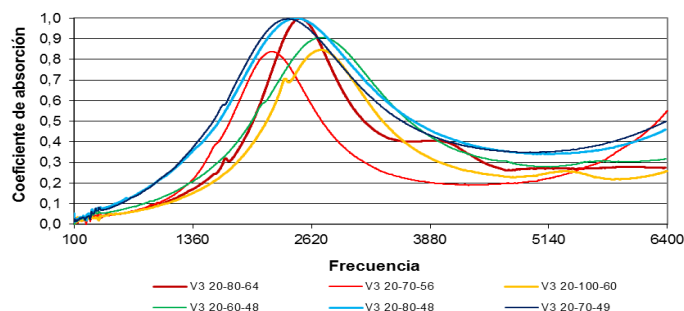


Figura 3. Coeficiente de absorción en V3. Espesor de probeta 20 mm.

La porosidad se ha obtenido en un ensayo de estereopícnometría de Helio con el equipo Quantachrome SPY-3, con una celda calibrada con un volumen de 153.59 cm³ [4] con la siguiente expresión:

$$\Omega = 1 - \frac{\rho_m}{\rho_s} \tag{1}$$

donde ρ_m es la densidad aparente de la muestra y ρ_s es la densidad real de la muestra.

La tortuosidad se ha determinado haciendo pasar un flujo de corriente eléctrica entre las muestras que están inmersas en electrolito [5] (sulfato de cobre diluido al 10%). La expresión matemática ha sido:

$$T = \frac{\rho_c}{\rho_f} \cdot \Omega \tag{2}$$

siendo ρ_c y ρ_f las resistividades eléctricas medidas para el electrolito con y sin el material poroso, respectivamente

La resistencia al flujo se ha obtenido por el método de medida basado en el tubo de ondas estacionarias con dos micrófonos **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a partir de la función de transferencia. Este método parte de la hipótesis de que la caída de presión en el interior del tubo es lo suficientemente pequeña como para considerar que la velocidad del aire es la misma en las caras anterior y posterior de la muestra. También se supone que el espesor de la muestra es mucho menor que la longitud de onda, para que la velocidad pueda considerarse constante a través del material.

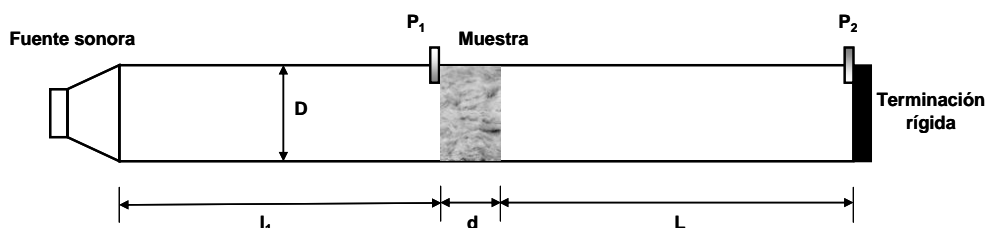


Figura 4. Esquema de montaje para resistencia al flujo.

Tabla 2. Resultados experimentales de porosidad, resistencia al flujo y tortuosidad.

Muestra	Porosidad (%)	Resistencia al flujo (rayl/m)	Tortuosidad
20-100-60 V2	0,724	5433	1,590
20-80-48 V2	0,735	8923	1,788
20-70-49 V2	0,755	7612	1,337
20-70-56 V2	0,777	4736	1,633
20-80-64 V2	0,817	2154	1,561
20-60-48 V2	0,868	2630	2,214
20-80-48 V3	0,733	7760	1,429
20-70-49 V3	0,768	7944	1,720
20-100-60 V3	0,777	2924	1,652
20-80-64 V3	0,793	3117	1,477
20-70-56 V3	0,803	3241	1,687
20-60-48 V3	0,832	3706	1,860

CONCLUSIONES

La morfología del material granular depende de la composición vermiculita-cemento-agua que se haya empleado, así como del tamaño de grano de material virgen, produciéndose aglomeración incontrolada de partículas.

Estos materiales granulares presentan absorción acústica en rangos acotados de frecuencia, alcanzando valores elevados en frecuencias determinadas. Las muestras realizadas con vermiculita fina dan mejores resultados de absorción acústica.

No se encuentra ninguna correlación entre el comportamiento acústico y las proporciones V/C, V/A y C/A.

Los valores obtenidos de porosidad indican la presencia de un material altamente poroso. La porosidad o la tortuosidad no indican el buen comportamiento acústico del material. La comparación entre diversas muestras con un mayor porosidad o tortuosidad no permiten deducir un aumento asociado de la resistencia al flujo.

REFERENCIAS

- [1] O. Abollino, A. Giacomino, M. Malandrino, E. Mentasti. The efficiency of vermiculite as natural sorbent for heavy metals. Application to a contaminated soil. *Water Air Soil Pollut*, 181, 149-160, 2007
- [2] Métodos de ensayo de cementos. Parte 1. Determinación de resistencias mecánicas. UNE-EN 196-1:2005.
- [3] Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia. Parte 2: Método de la función de transferencia. UNE-EN ISO 10534-2.
- [4] N. Voronina, K. Horoshenkov. A new empirical model for the acoustic properties of loose granular media. *Applied Acoustics*, 64 (4), 415-432, 2003
- [5] R. Brown. Connection between formation factor for electrical resistivity and fluid-solid coupling factor in Biot's equations for acoustic waves in fluid-filled media. *Geophysics*, 45, 1269-75, 1980
- [6] K. Ingard. Measurement of acoustic flow resistance. *Journal of Sound and Vibration*, 103 (24), 567-572, 1985

Comportamiento acústico de materiales compuestos a partir de Arlita

**A.V. Nadal-Gisbert⁽¹⁾, R. Maderuelo Sanz⁽²⁾, T.V. Esquedo Lloret⁽³⁾,
J.M. Meneses Rodríguez⁽²⁾, M. Martín Castizo⁽²⁾**

*(1) ITM (Institut de Tecnologia de Materials). Universitat Politècnica de València.
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: anadal@mcm.upv.es*

*(2) Intromac (Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción).
Junta de Extremadura, Campus de la UNEX (Cáceres), Carretera de Trujillo s/n. Cáceres.*

*(3) Departament d'Enginyeria Mecànica i de Materials. Universitat Politècnica de València.
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)*

RESUMEN

Planteamos en esta ponencia la investigación de un nuevo material para aplicaciones acústicas; Arlita. La arlita es una arcilla expandida que se emplea como aligerante en construcción mezclada con morteros de cemento y hormigones. La arlita puede emplearse como absorbente acústico ayudado a combatir dos tipos de problemas; el control del ruido y sustituir algunos productos empelados para aislamiento acústico, que carecen de suficiente resistencia estructural, y necesitan elementos de protección no permitiendo un trato abusivo sobre ellos. Por otro lado la resistencia a agentes medioambientales de estos productos elaborados con arlita es muy elevada. También hay que tener en cuenta su elevada ligereza, su estabilidad fisico-química y su bajo coste.

INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica es cada vez mayor y tiene un impacto significativo en nuestra calidad de vida pudiendo producir efectos negativos en la salud de las personas [1]. Los productos utilizados normalmente para hacer frente a este problema son en forma de espumas, lana o fibra de vidrio. Sin embargo, estos materiales carecen de suficiente resistencia estructural y requieren protección cuando se exponen a los elementos ambientales y el trato abusivo [2]. Recientemente, la aplicación de materiales granulares para aislamiento acústico, han sido estudiadas por Pfretzschner y Rodríguez [3] y Horoshenkov y Swift [4,5]. En trabajos anteriores, Asdrubali y Horoshenkov [6] caracterizaron experimentalmente y teóricamente el rendimiento acústico de las mezclas de granulados sueltos de arcilla expandida y mostraron que la porosidad conectada, formado por la intra-partícula y la inter-partícula es una característica importante para el rendimiento acústico de los materiales granulares. El propósito de este trabajo es investigar experimentalmente las propiedades acústicas de la arlita, mezclada con una resina de poliuretano variando las concentraciones.

MATERIALES Y MÉTODOS EXPERIMENTALES

Materiales

Hemos analizado el comportamiento acústico de la perlita de diferente granulometría (Figuras 1). Para obtener diferentes muestras de arlita de granulometría definida y se mezcló con una resina de Poliuretano (Kefren 572) en diferentes proporciones, para conseguir muestras consolidadas. Se empleó este tipo de adhesivos por su alta viscosidad, dado que adhesivos de baja viscosidad generan baja porosidad en las muestras y de ahí su peor comportamiento acústico.

La Tabla 1 muestra las formulaciones de las diferentes muestras y sus propiedades físicas.



Figura 1. Muestra elaborada de arlita

Tabla 1. Propiedades acústicas y no acústicas de las muestras de Arlita

Muestra	Partícula Tam,D(mm)	Porosidad	Tortuosidad	Resistencia al flujo (Pa s m ⁻²)	Espesor (mm)	Adhesivo Concentracion (%)
A100	3.0 - 4.0	0.697	1.738	1409	22.1	100
A050	3.0 - 4.0	0.706	1.687	1371	22.1	50
A030	3.0 - 4.0	0.714	1.545	1338	21.8	30
A020	3.0 - 4.0	0.751	1.475	1189	21.4	20
A015	3.0 - 4.0	0.783	1.404	1062	22.4	15
A010	3.0 - 4.0	0.786	1.364	1050	21.4	10

Procedimientos

Para la medida del coeficiente de absorción acústica, se han empleado muestras de diámetro 29 mm y 100 mm. Se ha utilizado un tubo de impedancia. Las medidas se han realizado empleando el método de la función de transferencia empleando dos micrófonos, siguiendo las especificaciones de la norma ISO 10534-2 en el rango de frecuencias 100-6000 Hz. Usando este método es posible obtener mediciones rápidas con onda normal incidente en muestras pequeñas. La porosidad, la resistencia al flujo y la tortuosidad se han obtenido mediante las siguientes fórmulas y procedimientos.

La porosidad se ha calculado mediante la expresión:

$$\Omega = 1 - \frac{\rho_m}{\rho_s}$$

donde ρ_m es la densidad aparente y ρ_s la densidad de la parte sólida. La técnica empleada para la medida de la porosidad ha sido la picnometría de helio y se ha usado un estereo picnómetro de helio Quantachrome SPY-3.

En el caso de la tortuosidad el cálculo se ha realizado mediante la expresión [7]:

$$q = \Omega \cdot \frac{\rho_c}{\rho_f}$$

donde Ω , es la porosidad y ρ_c y ρ_f las resistividades de una disolución de sulfato de cobre al 1% y de la muestra saturada por esta disolución.

Por último para el cálculo de la resistencia al flujo [8]:

$$\sigma = \frac{9\mu(1-\Omega)}{2r_b^2\Omega^2} \frac{5(1-\Omega)}{5 - 9\Theta^{(1/3)} + 5\Theta - \Theta^2}$$

donde $\Theta=0.675(1-\Omega)$ y r_b el radio de las partículas de arlita y μ la viscosidad dinámica del aire.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 aparece representado el coeficiente de absorción acústica.

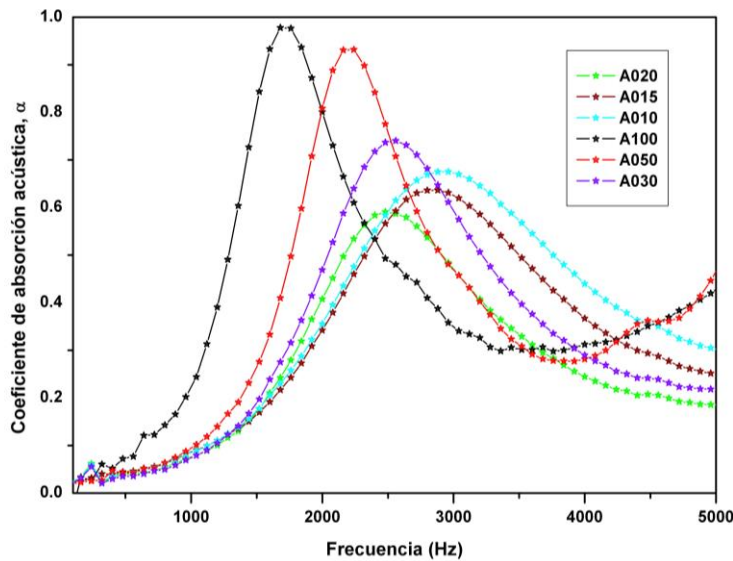


Figura 2. Coeficiente de absorción acústica de las diferentes muestras de arlita.

Se observa una disminución del máximo del coeficiente de absorción, así como el desplazamiento de este máximo hacia frecuencias mayores, conforme el porcentaje de adhesivo disminuye. En el caso de la porosidad, esta se incrementa con la disminución del % de adhesivo y la tortuosidad disminuye. Por otro lado la resistencia al flujo decrece. Resultado coherente dado que el incremento de porosidad va seguido de un descenso de la tortuosidad, tenemos pues productos más porosos y menos tortuosos que opondrán menos resistencia al flujo y que irán disminuyendo las pérdidas de energía que originan los mecanismos acústicos de absorción de energía acústica.

CONCLUSIONES

Los coeficientes de absorción acústica obtenidos son elevados especialmente en las zonas de bajas frecuencias y para porcentajes de adhesivos elevados. Conforme el porcentaje de adhesivo disminuye los coeficientes de absorción máximos disminuyen y se desplazan hacia frecuencias mayores. La longitud de onda y los mecanismos de absorción de la energía acústica están relacionados con la estructura del material, es evidente que el tamaño de partícula y los huecos generados (tamaño y distribución) determinan las frecuencias y longitudes de onda en donde se provoca la máxima absorción, porcentajes de adhesivo elevados provocan la aparición de poros más pequeños, esto implica que longitudes de onda menores interactúen con poros menores y a longitudes de onda mayores la absorción se maximiza para poros mayores.

El porcentaje de adhesivo decreciente provoca un incremento de la porosidad, dado que al tener menor cantidad de adhesivo los puntos de unión entre las partículas disminuyen provocando una mayor porosidad. También la tortuosidad disminuye por el mismo efecto, la onda acústica encuentra caminos menos tortuosos para travesar el material precisamente porque los nexos entre partículas han disminuido, haciendo menos tortuoso el circuito por el que la onda de presión atraviesa el material. Como resultado obtenemos una menor resistencia al flujo conforme disminuye el porcentaje de adhesivo.

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo se presentan resultados del proyecto BIA2013-41537-R (BIAEFIREMAT, Desarrollo de nuevos eco-materiales y soluciones constructivas sostenibles para edificación basado en el uso de residuos y materias primas renovables) que está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y cofinanciado con fondos FEDER, dentro del Programa Estatal I+D+I orientada a los Retos de la Sociedad 2013.

REFERENCIAS

- [1] Barrigón, J.M., Gómez, V., Rey, G., Vílchez-Gómez, R. 2010. *J Acoust Soc Am.*128, 86–92.
- [2] Vasina, M., Hughes, D.C., Horoshenkov, K.V., Lapcík, Jr.L. 2006. *Appl Acoust.*67, 787–796.
- [3] Pífretzschner, J., Rodríguez, R.M. 1999. *Polymer testing.* 18 (2) ,81-92.
- [4] Horoshenkov, K.V., Swift, P. 2001a. *J Acoust Soc Am.* 110(5) ,2371-2378.
- [5] Horoshenkov, K.V., Swift, P. 2001b. *Appl. Acoust.* 62(6), 665-690.
- [6] Asdrubali, F., Horoshenkov, K., 2002. *J. Build. Acoust.* 9, 85–98.
- [7] Brown JS. *Geophysics.* 1980; 45(8):1269–75.
- [8] Umnova O, Attenborough K, Li KM. *J. Acoust. Soc. Am.* 2000; 107:3113–3119.

Aplicaciones de las matrices totalmente positivas

R. Cantó, B. Ricarte, A.M. Urbano
Instituto de Matemática Multidisciplinar
Universitat Politècnica de València
Camino de Vera s/n 46022 Valencia
e-mail: {rcanto,bearibe,amurbano}@mat.upv.es

RESUMEN

Se dice que una matriz es totalmente positiva (se denota por TP) si el determinante de cada una de sus submatrices cuadradas es mayor o igual que cero, y es estrictamente totalmente positiva (denotada por STP) si todos los determinantes de sus submatrices cuadradas son positivos. En este trabajo vamos a considerar la teoría de la total positividad con considerables consecuencias y aplicaciones en diferentes áreas, como son en Biología, Física, Economía, etc. y también en la propia ciencia matemática.

INTRODUCCIÓN

Pinkus [1] nos señala en su monografía de 2010 que hay cuatro investigadores que realizaron notables contribuciones en el inicio de la total positividad y que conviene reseñar: I.J. Schoenberg en 1930 [2], M.G. Krein, F.R. Gantmacher, y S. Karlin.

Concretamente, del estudio de las vibraciones en sistemas mecánicos acoplados por Gantmacher y Krein en 1950, se deriva la primera monografía sobre matrices totalmente positivas [3]. El libro de Karlin en 1968 [4], que sigue siendo después de muchos años referencia básica en este tema, recogió y amplió gran parte de las investigaciones de Schoenberg sobre total positividad. Por otra parte, Karlin aplicó la total positividad a la Economía y, en particular, a la teoría de inventarios. Mientras que Schoenberg la relacionó con la teoría de splines. Estudió la interpolación mediante las funciones splines, obteniendo el importante resultado de Schoenberg-Whitney [5], introdujo los B-splines y conjeturó la total positividad de su matriz de colocación. Este último tema lo desarrolló con detalle Karlin en su libro. En concreto, las matrices de colocación pertenecen a la clase de matrices casi estrictamente totalmente positivas (que son aquellas cuyas submatrices tienen determinante no nulo sí y sólo si los elementos de su diagonal principal son no nulos). A esta clase pertenecen también las matrices de Hurwitz, que dan un criterio para que los ceros de un polinomio tengan parte real estrictamente negativa; esta propiedad tiene importantes aplicaciones en el estudio de la estabilidad de sistemas dinámicos. Más información sobre las matrices casi estrictamente positivas la encontramos en [6] donde se introducen y caracterizan.

Además de las aplicaciones mencionadas, continúan surgiendo aplicaciones de las matrices totalmente positivas a diferentes campos, como es el diseño geométrico asistido por ordenador (C.A.G.D.) dentro del campo de la Teoría de la Aproximación. Ello se debe a una de las características de la total positividad, la propiedad de la disminución de la variación (véase la reciente Tesis Doctoral [7]).

Gran parte de la motivación en el estudio de las matrices totalmente positivas se basa en problemas de análisis. No obstante, Ando, en su artículo [8] publicado en 1987, introduce el estudio desde un punto de vista algebraico. Estudio que ha sido seguido

por numerosos autores en sus trabajos posteriores. Continuando con el enfoque de álgebra matricial, Fallat y Johnson [9] publican en 2011 un completo volumen que puede servir como referencia para todos aquellos que están interesados en las matrices totalmente positivas, sus propiedades y aplicaciones.

INTERPOLACIÓN

Consideremos dos magnitudes x e y de las que se conocen $n+1$ valores relacionados $\{(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$, por ejemplo, datos obtenidos en un experimento de laboratorio con la condición $x_i \neq x_j$ si $i \neq j$. Nos preguntamos si existe una función p tal que

$$p(x_i) = y_i \quad i=0, 1, \dots, n, \quad (1)$$

es decir, pretendemos obtener una función cuya gráfica “pase” por los puntos del plano dados. Si la función p verifica (1) se dice que p *interpola* los datos dados.

Este tipo de problemas se presentan cuando tenemos datos obtenidos por experimentación y sabemos que hay una función f que rige el proceso pero que desconocemos, por lo que buscamos una función alternativa p que represente a los datos de la muestra. Si f rige el proceso entonces $f(x_i) = y_i$ luego exigiremos a la función p ese mismo requisito. Esto nos proporciona condiciones que imponer a p con las que trataremos de obtenerla y, una vez conseguido, nos permitirá conocer o predecir qué habría pasado para otros valores de x en los que no se ha experimentado.

Supongamos que existe la función f con $f(x_i) = y_i$, $i=0, 1, \dots, n$. Nos podemos plantear varias preguntas:

- i) La función p que interpola los datos dados ¿de qué tipo ha de ser? ¿Polinómica, trigonométrica, racional,...? La respuesta vendrá dada por los datos y_i .
 - Si se observa que los datos presentan periodicidad, entonces buscaremos a p dentro de las funciones trigonométricas.
 - Si los datos presentan asíntotas entonces p debería ser una función racional.
 - Si los y_i presentan un comportamiento polinomial, entonces p se escogería de tipo polinómico. Nos centraremos en cómo resolver este caso.
- ii) Una vez escogido el tipo de función habrá que responder dos cuestiones, ¿existe p del tipo escogido que interpole los datos dados? Y si existe, ¿es única?
- iii) ¿Es la función polinómica escogida una buena aproximación de la función original f en los puntos x que no son de la muestra?

Vamos a realizar el estudio contestando a estas cuestiones suponiendo que la función p es una función polinómica.

INTERPOLACIÓN POLINÓMICA

El objetivo es hallar un polinomio p de grado menor o igual que n que cumpla la ecuación (1). El polinomio p vendrá dado por:

$$p(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$$

donde los coeficientes a_i se obtienen resolviendo el sistema de ecuaciones

$$\begin{pmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \cdots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \cdots & x_1^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \cdots & x_n^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_0 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

La matriz del sistema, que representamos por V , es de orden $n+1$, y recibe el nombre de matriz de Vandermonde. Su determinante viene dado por la expresión:

$$\det(V) = \prod_{j>i} (x_j - x_i)$$

Nótese que si se verifica la condición $0 < x_0 < x_1 < \dots < x_n$, el determinante de V es positivo y, en consecuencia, el sistema es compatible determinado. En este caso también se satisface la siguiente propiedad:

Propiedad 1. Para $n+1$ números reales $0 < x_0 < x_1 < \dots < x_n$, la matriz de Vandermonde es STP.

MATRIZ DE PASCAL

En matemáticas, más concretamente, en teoría de matrices y en combinatoria, la matriz de Pascal es aquella cuyos elementos son los coeficientes del binomio de Newton que forman el triángulo de Tartaglia. Por tanto, la matriz de Pascal, $P_n = (p_{ij})$, es *simétrica*, los elementos de su primera fila y columna iguales a 1, y el resto de elementos satisface la condición

$$p_{ij} = p_{i-1,j} + p_{i,j-1} \quad 2 \leq i, j \leq n,$$

Por ejemplo, la matriz de Pascal simétrica de tamaño 4×4 es:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 6 & 10 \\ 1 & 4 & 10 & 20 \end{pmatrix}$$

Propiedad 2. La matriz de Pascal es STP.

PROPIEDADES DE LAS MATRICES TP y STP

En la última década distintos métodos de caracterización de matrices TP o STP han sido estudiados, de manera que para demostrar que una matriz dada es TP o STP no es necesario comprobar el signo de cada uno de sus menores.

Propiedad 3. ([6]) Una matriz cuadrada e invertible A es TP sí y sólo si $A=LU$, siendo $L(U)$ triangular inferior (superior) invertible TP.

Propiedad 4. ([6]) Una matriz cuadrada A es STP sí y sólo si $A=LU$, siendo $L(U)$ triangular inferior (superior) Δ STP.

Ejemplo 5. La matriz de Pascal P_n es una matriz STP, ya que puede factorizarse de la forma $P_n=LL^T$ donde L es una matriz de tamaño $n \times n$ triangular inferior y Δ STP. Por ejemplo, la matriz de Pascal de tamaño 4×4 puede factorizarse de la forma

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 6 & 10 \\ 1 & 4 & 10 & 20 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto DGI MTM2013-43678-P.

REFERENCIAS

- [1] Pinkus, A., "Totally Positive Matrices", vol. 181 of Cambridge Tracts in Mathematics, Cambridge University Press, UK, 2010.
- [2] Schoenberg, I.J., "Über variationsvermindernde lineare Transformationen", Math. Z., 32, 321-328 (1930).
- [3] Gantmacher, F.R. y Krein, M.G., "Ostsillyatsionnye Matritsy i Yadra i Malye Kolebaniya Mekhanicheskikh Sistem", Gosudarstvenoe Izdatel'stvo, Moskva-Leningrad, 1950. (English transl. as "Oscillation Matrices and Kernels and Small Vibrations of Mechanical Systems", USAEC, 1961.
- [4] Karlin, S., "Total Positivity", volume I, Stanford University Press, Stanford, California, 1968.
- [5] Schoenberg, I.J. y Whitney, A., "On Pólya frequency functions III. The positivity of translation determinants with applications to the interpolation problem by spline curves", Trans. Am. Math. Soc. 14, 246-259 (1953).
- [6] Gasca, M., Micchelli, C.A. y Peña, J.M., "Almost strictly totally positive matrices", Numerical Algorithms 2, 225-236 (1992).
- [7] Barreras, A., "Matrices estructuradas y alta precision relativa", Tesis Doctoral-2014-054, Universidad de Zaragoza, Junio de 2014.
- [8] Ando, T., "Totally positive matrices", Linear Algebra and its Applications 90, 165-219 (1987).
- [9] Fallat, S.M. y Johnson, C.R., "Totally nonnegative matrices", Princeton University Press, New Jersey, 2011.

Desarrollo de un banco de ensayos para determinar la estabilidad de los sistemas de fijación de roturas distales de fémur

S. Sánchez-Caballero⁽¹⁾, B. Llinares⁽²⁾, M.A. Sellés⁽²⁾, R. Pla-Ferrando⁽¹⁾

*(1) Instituto de Diseño y Fabricación (IDF),
Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: sasanca@dimmm.upv.es*

*(2) Instituto de Tecnología de Materiales (ITM), Departamento de Ingeniería Mecánica y de
Materiales, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: maselles@dimmm.upv.es*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un banco de ensayos de fémures humanos. Las aplicaciones de este banco de ensayos van desde la comparación del comportamiento de los fémures artificiales con los humanos hasta la evaluación de la estabilidad de los diferentes sistemas de fijación de fracturas óseas. De entre los diferentes tipos de ensayos que pueden realizarse, este bando ha sido desarrollado específicamente para estudiar roturas condilares (distal-articulares) de fémur.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este trabajo es el diseño y desarrollo de un banco de ensayos de fémures que sea capaz de simular los movimientos de aducción-abducción y de flexión extensión de la rodilla con el fin de evaluar el comportamiento de los diferentes sistemas de fijación de roturas femorales, con especial atención a las roturas distales. Este banco de ensayos se ha desarrollado tomando como base un banco de ensayos de tracción desarrollado previamente para ensayar materiales compuestos. Con el fin de reproducir las condiciones de rozamiento del hueso humano con el menisco (cartílago hialino), se ha utilizado un inserto tibial de UHMWPE de la casa Zimmer empleado en la artroplastia total de rodilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fracturas distales Femorales

Las fracturas óseas pueden clasificarse en dos grupos: roturas agudas o traumáticas o roturas por fatiga ósea. Las primeras están asociadas a sobrecargas puntuales debidas a caídas y traumas. Las segundas son causadas por cargas repetidas sobre cierta zona del hueso y están generalmente asociadas a deportes de resistencia donde la fatiga muscular evita la amortiguación de cargas, sobrecargando el hueso. Las fracturas distales femorales (condilares y supracondilares) representan entre el 4 y el 7% de las fracturas femorales, sin embargo su reparación es considerada un reto por los médicos [1]. Existen dos grupos principales que sufren este tipo de roturas: las mujeres mayores, que suelen padecer de osteoporosis, y un pequeño grupo pero bastante significativo de personas jóvenes que han sufrido traumas de alta energía.

La osteoporosis es una enfermedad sistémica caracterizada por la pérdida de masa ósea con el consiguiente daño de la microarquitectura ósea, incrementando su fragilidad y riesgo de fractura. Durante la etapa de crecimiento la tasa de resorción ósea es inferior a la tasa de osificación. Sin embargo entre los treinta y cuarenta años la tasa de resorción pasa a ser mayor de la de osificación, provocando la pérdida de masa ósea. En el caso de las mujeres amenorreicas, la tasa de resorción es aún mayor debido al desequilibrio hormonal causado la menor producción de estrógenos [2], lo cual parece explicar porque las mujeres mayores están más afectadas por este tipo de fracturas.

Métodos de fijación

La fijación de fracturas condilares supone un verdadero reto. El hueso puede estar altamente dañado y la fractura a menudo atraviesa la superficie articular del cóndilo, por lo que la fijación es crucial [3]. La fijación del hueso fragmentado puede realizarse con diferentes aparatos. Las fracturas más pequeñas y simples pueden fijarse con tornillos mientras que las fracturas más grandes conminutas son tratadas con clavos intramedulares, placas de inmovilización o placas de compresión dinámica con tornillos [4].

Sistemas de apoyo femoral

Con el fin de simular la carga anatómica, se han empleado dos apoyos a modo de articulación que transmitirán la carga a los fémures a ensayar. El apoyo superior consiste de un bloque de polietileno de alto peso molecular (UHMWPE) con una semicavidad esférica mecanizada sobre el mismo, con unas dimensiones adecuadas para alojar la cabeza femoral. El apoyo inferior se ha realizado utilizando un inserto tibial de UHMWPE utilizado en la artroplastia total de rodilla de la compañía Zimmer. La utilización de UHMWPE permite así mismo asegurar un coeficiente de fricción adecuado entre el fémur a ensayar y los apoyos femorales [5].

Soporte de los sistemas de apoyo femoral

El soporte del apoyo superior se encuentra unido a una célula de carga U10M/12.5 kN, responsable de medir la carga transmitida al fémur. El apoyo inferior aloja el inserto tibial, simulando la rotación de la rodilla, permitiendo reproducir los movimientos de abducción-adducción y flexión-extensión. La capacidad del apoyo de rotar permite una adecuada transmisión de cargas entre el cóndilo dañado y el sano [6]. La rotación del eje es medida mediante un sensor de rotación modelo E6C2-CWZ1X 2000P/R 2M suministrado por OMRON con una resolución de 2000ppr.

Fémures artificiales

Los fémures humanos son empleados habitualmente para evaluar el comportamiento de componentes ortopédicos o quirúrgicos, donde se busca principalmente comparar la influencia de la transferencia de cargas en la estabilidad del implante. Sin embargo, la amplia variedad de especímenes presentan un problema ya que se requiere de un elevado número de muestras para obtener resultados significativos [7]. En 1992, la UTA (University of Texas Arlington group) propuso un modelo simple de hueso artificial hecho de poliuretano con el fin de evaluar diferentes sistemas de fijación. Sin embargo, el primer hueso artificial fue suministrado por Pacific Research Labs (Sawbones) [7]. Desde entonces, se han desarrollado cuatro generaciones de huesos artificiales. El comportamiento mecánico de estos huesos sujetos a cargas axiales, flexión y torsión es bastante similar al de los huesos humanos [4]. Estos trabajos previos demuestran que los huesos artificiales son un buen sustituto de los fémures humanos, razón por la cual han sido empleados para validar el banco de ensayos.

RESULTADOS

Con el fin de validar el banco de ensayos, se emplearon huesos artificiales de la casa Sawbones de tercera generación. Una vez se completó el ensayo, se pudo comprobar que todos los equipos y componentes funcionaron correctamente. Las Figura 1 y 2 muestran el banco de ensayos y la relación obtenida en este ensayo entre la fuerza y el desplazamiento

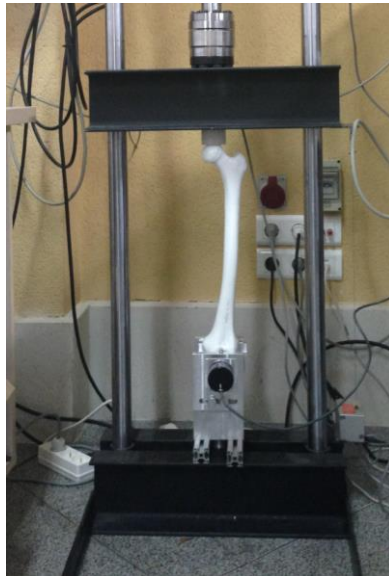


Figura 1. Banco de compresión con apoyos y fémur.

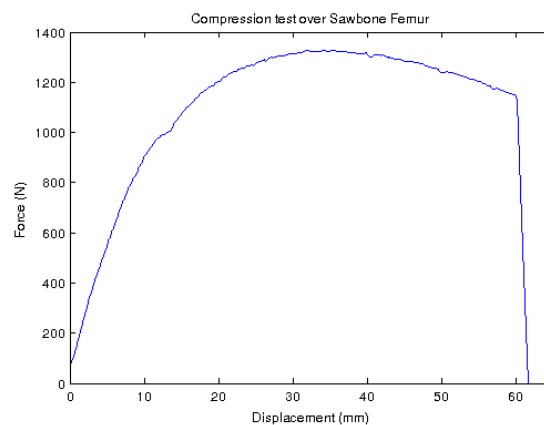


Figura 2. Resultados del ensayo de compresión del fémur artificial.

La fuerza de fractura femoral resultante es consistente con lo publicado en trabajos previos [8], que reportaron fuerzas de rotura entre 725 y 10570N, mientras que la localización de la misma es también coherente con una sobrecarga de la cabeza femoral. La figura 8 muestra la fractura femoral del espécimen ensayado.

CONCLUSIONES

Tras construir el banco de ensayos y realizar los primeros ensayos con fémures artificiales, se ha podido comprobar que la relación fuerza-desplazamiento es consistente con otros trabajos previos realizados con fémures humanos, validando el banco y el uso de huesos artificiales en el mismo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Programa de Ayudas de Investigación y Desarrollo (PAID) de la Universitat Politècnica de València (UPV-PAID- 06-12) y al Programa de Ayudas a Grupos Emergentes de la Generalitat de Valencia (GV/2013/046) por la financiación del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Kolmert, L and Wulff K, "Epidemiology and treatment of distal femoral fractures in adults," *Acta Orthop Scand*, vol. 53, pp. 957-62, Dec 1982.
- [2] Jonnavithula, S, Warren MP, Fox RP, and Lazaro MI, "Bone density is compromised in amenorrheic women despite return of menses: a 2-year study," *Obstet Gynecol*, vol. 81, pp. 669-74, May 1993.
- [3] Martín Águila, A, Ruiz Caballero, D.J., Brito Ojeda, D.E. and Jiménez Díaz, D.J. , " Prótesis de rodilla," presented at the XXIV Jornadas canarias de traumatología y cirugía ortopédica, 2010.
- [4] Chong, ACM, Miller F, Buxton M, and Friis EA, "Fracture toughness and fatigue crack propagation rate of short fiber reinforced epoxy composites for analogue cortical bone," *Journal of Biomechanical Engineering*, vol. 129, pp. 487-493, Aug 2007.
- [5] Prygoski, MP, Sanchez-Caballero S, Schmid SR, Lozier AJ, and Selles MA, "High speed fracture fixation: Assessing resulting fixation stability and fastener withdrawal strength," *Journal of Biomechanical Engineering*, vol. 135, 2013.
- [6] Viano, DC and Stalnaker RL, "Mechanisms of femoral fracture," *Journal of Biomechanics*, pp. 701-715. , 2010.
- [7] Cristofolini, L, Viceconti M, Cappello A, and Toni A, "Mechanical validation of whole bone composite femur models," *J Biomech*, vol. 29, pp. 525-35, Apr 1996.
- [8] Stankewich, CJ, Chapman J, Muthusamy R, Quaid G, Schemitsch E, Tencer AF, and Ching RP, "Relationship of mechanical factors to the strength of proximal femur fractures fixed with cancellous screws," *J Orthop Trauma*, vol. 10, pp. 248-57, 1996.

Caracterización de materiales compuestos mediante técnicas de estereometría

P. Micó⁽¹⁾, A.V. Nadal-Gisbert I⁽²⁾, C. Sastre⁽¹⁾, V. Esquerdo⁽²⁾

(1) Departament d'Informàtica de Sistemes i Computadors (DISCA),

(2) Departament d'Enginyeria Mecànica i Materials (MCM),

Universitat Politècnica de València

Plaça Ferràndiz i Carbonell s/n, Alcoi, (Alacant)

e-mail: pabmitor@upv.es

RESUMEN

El proceso de caracterización de un material compuesto a menudo resulta muy complejo y laborioso. Para determinar parámetros tales como la porosidad o la tortuosidad de la muestra es necesaria la realización de experimentos que requieren de un laboratorio con equipamiento específico de elevado coste y mantenimiento. En el siguiente trabajo se traza un nexo de unión entre dos disciplinas tan dispares como lo son la de ingeniería de materiales y la de visión por computador (VxC). Para ello, los autores tratarán de justificar una propuesta en la que, mediante la aplicación de técnicas y algoritmos sencillos de VxC sobre las imágenes del compuesto, se pretende obtener una primera aproximación de algunas de las características de dicho compuesto.

INTRODUCCIÓN

Para determinar el comportamiento de un material ante un estímulo externo resulta imprescindible el realizar una serie de medidas de laboratorio y caracterizarlo adecuadamente. Una vez parametrizado el material mediante su modelado y, basándonos en las respuestas obtenidas tras estimular dicho modelo, podremos realizar una predicción de su ante estímulos externos reales. Las prestaciones del modelo se estiman experimentalmente al reproducir en un entorno real las condiciones de la simulación anterior. Dependiendo de si los resultados experimentales son más o menos parecidos a los resultados simulados podremos determinar la validez del método de modelado. El procedimiento que acabamos de describir se convierte en extremadamente importante cuando hablamos de la caracterización materiales compuestos ya que una mínima variación de la composición del material puede suponer un cambio sustancial en su modelo de comportamiento. En este sentido, una de las ramas de disciplina que se ocupa de la caracterización y estudio de los materiales compuestos es la ingeniería de materiales. Para estudiar el comportamiento de un material inicialmente se determina la distribución estadística de las proporciones de sus componentes, así como su forma. En [1] se presentan las bases para el análisis de forma de los componentes del aglomerado final, así como la definición de muchos de los parámetros mecánicos que resultan determinantes para su correcto modelado. Además en [1,2] se nos describen algunos de los (complejos) métodos experimentales utilizados durante el proceso de caracterización del material compuesto. Por otro lado, la VxC es una de las disciplinas de la informática que, de manera no intrusiva, se encarga de extraer información de un escenario definido a partir de una o varias imágenes [3]. Aquí se distingue el campo de la visión estereoscópica (V3D) que es la técnica utilizada para obtener una imagen tridimensional a partir de dos imágenes bidimensionales [4].

A continuación se propone una nueva línea de investigación que, mejorando los resultados obtenidos mediante otras técnicas de VxC [5], aproveche la no intrusividad de la V3D para simplificar el proceso de caracterización de los materiales compuestos.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Modelo matemático

El objetivo perseguido es el de la caracterización de un material utilizando V3D. Para ello deberemos, a partir del par de imágenes estereoscópicas del compuesto, calcular su mapa de profundidades. Una vez obtenido el mapa de profundidades podremos reconstruir tridimensionalmente del objeto tratado y calcular algunos de los parámetros mecánicos que nos permitan su posterior modelado y caracterización. El modelo matemático para la obtención de la disparidad entre las imágenes del estéreo par se basa en la técnica del paralaje.

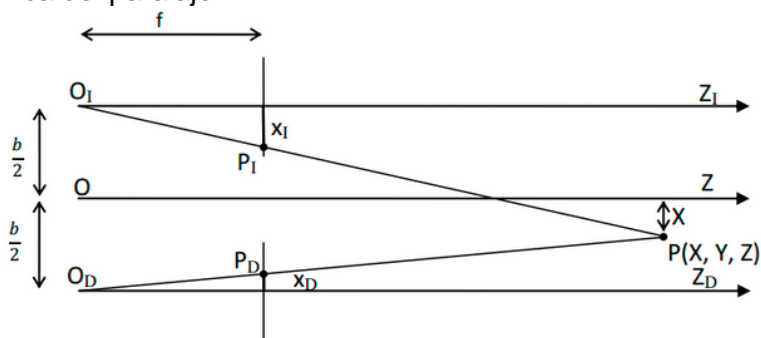


Figura 1. Geometría de dos cámaras en estéreo con ejes ópticos paralelos. La línea de base (b) determina la separación entre las cámaras, f es su distancia focal, P es un punto en el escenario real y P_i , P_d son las proyecciones de P en la imagen izquierda y derecha respectivamente.

De la Figura 1 se deduce la relación (1) que nos proporcionará el mapa de profundidades (z) para cada uno de los píxeles de la escena analizada (donde d es la disparidad entre las imágenes calculada para el píxel en cuestión)

$$z = (f \cdot b) / d \quad (1)$$

Algoritmos de procesamiento

A partir del modelo matemático (Figura 1), el problema de la visión estereoscópica consiste en identificar el mismo píxel en ambas escenas (P_i , P_d) para obtener la distancia (diferencia) que los separa entre una y otra proyección. Este problema recibe el nombre de *stereo matching* y la distancia antes mencionada se denomina disparidad. La optimización del nivel de disparidad para cada uno de los píxeles de la imagen proporciona el mapa de disparidades (disparity map, DM) a partir del cual y en virtud de (1) obtendremos el mapa de profundidades buscado. Actualmente existen una gran variedad de algoritmos para el cálculo del DM que presentan múltiples implementaciones dependiendo del problema concreto de *stereo matching* a resolver. Scharstein y Szeliski [6] publican una clarificadora clasificación al respecto de la manera de resolver el problema (algoritmos densos vs. dispersos, globales frente a locales, etc.). Por otra parte las restricciones en el ámbito de la aplicación (tiempo real, sistemas empujados, etc.) también será determinante para la implementación utilizada en cada caso [7]. En nuestro caso, las primeras pruebas de setero matching

realizadas se basan en la implementación Matlab de un algoritmo de tiempo real para sistemas empujados y que utiliza la transformada census [8].

Materiales

Aunque la intención es la de empezar a caracterizar algunos de los materiales compuestos desarrollados por el grupo de investigación correspondiente (entre otros, el obtenido con el agregado de nódulos de vermiculita con cemento portland de alta resistencia BL I 52.5 R), en este punto del proyecto todavía no se cuenta con el equipamiento necesario para la adquisición de los pares de imágenes del material objeto de estudio. Por otro lado, sí que nos encontramos en la fase de caracterización experimental del material, para la posterior validación de los resultados y el método propuesto en un futuro próximo. De momento, la implementación y prueba de los algoritmos de V3D se realizará sobre las bases de datos existentes.

Bases de datos

Actualmente existen publicadas una gran cantidad de bases de datos de imágenes con distintos propósitos e intenciones pero sólo una pequeña parte resultan adecuadas para el planteamiento y la resolución de problemas de *stereo matching*. Por ejemplo en [9] se publica en Middlebury una base de datos con más de 70 conjuntos de pruebas que incluyen archivos de parametrización del sistema de adquisición, mapas de profundidad reales (ground truth) y máscaras de oclusión. En [10] accedemos a KITTI que es una base de imágenes estereoscópicas para el desarrollo de aplicaciones de conducción autónoma y en [11], DTU publica un extenso conjunto de imágenes estereoscópicas para el desarrollo de aplicaciones en robótica. Por otro lado también encontramos numerosas bases de datos de imágenes de texturas [12,13], que no son estéreo. Tras el estudio y revisión del numeroso material a disposición pública se plantea el problema de su idoneidad como conjunto de pruebas para el problema de caracterización de materiales compuestos: por una parte, la base debería ser estereoscópica y por otra, necesitamos que incluya texturas y materiales. Ninguna de ellas cumple ambos requerimientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente, tanto la publicación de algoritmos de visión para resolver el problema de la reconstrucción 3D a partir de la captura de un par de imágenes estereoscópicas como las herramientas para la validación de la calidad de los resultados son muy numerosos.

Tabla 1. Algunos de los resultados y estimadores de calidad publicados en el sistema de evaluación online de los algoritmos de V3D de la web de Middlebury [9]

Date	bad 2.0 (%) Name	Res	Weight Avg	Austr	AustrP	Bicyc2	Class	ClassE	Compu	Crusa	CrusaP	Djemb	DjemBL	Hoops	Livgrm	Nkuba	Plants	Stairs
				MP: 5.8 nd: 290 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.8 nd: 290 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.8 nd: 250 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.7 nd: 810 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.7 nd: 810 im0 im1 GT ↓↑	MP: 1.5 nd: 258 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.5 nd: 800 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.5 nd: 800 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.7 nd: 320 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.7 nd: 320 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.7 nd: 410 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.9 nd: 320 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.6 nd: 570 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.6 nd: 320 im0 im1 GT ↓↑	MP: 5.2 nd: 450 im0 im1 GT ↓↑
10/07/14	IDR	H	18.1 1	37.5 7	4.08 1	7.49 2	23.3 9	40.6 3	12.8 5	24.5 3	11.3 4	5.46 3	33.1 5	26.0 1	21.5 2	21.7 3	15.3 3	21.2 1
07/28/14	SGM	H	18.4 2	40.3 8	4.54 3	8.03 3	22.9 8	40.5 2	11.4 1	24.7 4	10.1 2	5.40 2	29.6 3	28.5 3	23.9 4	20.0 1	14.2 2	30.9 5
08/25/14	LPS	H	19.2 3	6.14 1	5.34 4	9.24 4	7.53 1	96.0 14	12.3 2	9.61 1	9.40 1	5.18 1	92.4 16	27.4 2	24.3 5	23.0 5	10.0 1	25.6 3
08/27/14	LPS	F	20.34	6.72 2	6.06 5	9.72 5	9.87 2	94.3 13	14.1 8	11.2 2	11.2 3	5.88 5	89.3 15	36.0 7	20.5 1	23.8 7	16.0 4	25.4 2

Dependiendo de la intención de los desarrolladores distinguimos: (i) algoritmos computacionalmente pesados pero con gran calidad en la resolución del mapa de profundidades; (ii) algoritmos en tiempo real, de rápida ejecución pero bastante bastos;

(iii) algoritmos de bajo consumo, para sistemas empotrados, etc... Ninguno de ellos parece desarrollarse con la intención del escaneado 3D de superficies con texturas granulares. Tampoco hemos encontrado sistemas de adquisición preparados a tal efecto. Por otra parte, a pesar de la gran cantidad de bases de datos estereoscópicas, ninguna de ellas está dedicada a imágenes de texturas, susceptibles de ser utilizadas para desarrollar algoritmos de caracterización de materiales compuestos.

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE DESARROLLO

Por los motivos anteriormente discutidos, la línea de investigación que aquí se deja abierta propone el desarrollo de un algoritmo de visión estereográfica que resuelva el problema de V3D con los parámetros de precisión y exactitud requeridos para la posible caracterización de materiales granulares. Además también será necesaria la implementación de un sistema de captación de imágenes (par estereográfico y ground truth) adecuado. Finalmente, el trabajo realizado para la creación de una base de imágenes estereográficas para materiales y texturas sería susceptible de publicación.

AGRADECIMIENTOS

Aquí se han presentado resultados del proyecto BIA2013-41537-R (BIAEFIREMAT, Desarrollo de nuevos eco-materiales y soluciones constructivas sostenibles para edificación basado en el uso de residuos y materias primas renovables), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y cofinanciado con fondos FEDER, en el Programa Estatal I+D+I orientada a los Retos de la Sociedad 2013.

REFERENCIAS

- [1] Particle Shape Analysis, ASM Handbook, Powder Metallurgy, 7, 209-290, (1993).
- [2] E. Sevostianova, B. Leinauer, I. Sevostianov, Quantitative characterization of the microstructure of a porous material in the context of tortuosity, International Journal of Engineering Science, 48, 1693-1701, (2010).
- [3] V.S. Nalwa, A guided Tour of Computer Vision, Addison-Wesley Publishing, (1993).
- [4] O. Faugeras, Three Dimensional Computer Vision, MIT Press, (1993).
- [5] W.D. Martin, B.J. Putman, N.B. Kaye, Using image analysis to measure the porosity of a porous pavement, Construction and Building Materials, 48, 210-217, (2013).
- [6] D. Scharstein and R. Szeliski, A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms, International Journal of Computer Vision, 47, 7-42, (2002).
- [7] W. Hong, A Study of Fast, Robust Stereo-Matching Algorithms, MIT, (2010).
- [8] M. Humenberger, C. Zinner, M. Weber, W. Kubinger and M. Vincze, A fast stereo matching algorithm suitable for embedded real-time systems, Computer Vision and Image Understanding, 114, 1180-1202, (2010).
- [9] D. Scharstein and R. Szeliski, High-accuracy stereo depth maps using structured light, IEEE CVPR 2003 Conference, 1, 195-202, (2003).
- [10] A. Geiger, P. Lenz, C. Stiller and R. Urtasun, Vision meets Robotics: The KITTI Dataset, International Journal of Robotics Research (IJRR), (2013).
- [11] R. Jensen, A. Dahl, G. Vogiatzis, E. Tola, H. Aanaes, Large Scale Multi-view Stereopsis Evaluation, CVPR, (2014).
- [12] G. Farinella, D. Allegra, F. Stanco, A Benchmark Dataset to Study the Representation of Food Images, International Workshop on Assistive Computer Vision and Robotics (2014).
- [13] G.J. Burghouts and J.M. Geusebroek, Material-specific adaptation of color invariant features, Pattern Recognition Letters, 30, 306-313, (2009).

Espesado de fangos primarios mediante Ósmosis Directa

J. Lora, María-Fernanda López-Pérez, A. Abad, E. Gongu

*Instituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM),
Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: malope1@iqn.upv.es*

RESUMEN

El trabajo presentado describe la tecnología de ósmosis directa como un procedimiento efectivo para el espesado de los fangos primarios de una EDAR municipal, utilizando salmueras industriales. El objetivo es alcanzar la concentración óptima de entrada al digestor de fangos anaerobio. Los experimentos fueron llevados a cabo en una planta de osmosis directa de laboratorio estudiando el flux y las condiciones óptimas de operación del proceso.

INTRODUCCIÓN

Minimizar la generación de fangos de una depuradora es un objetivo clave en la gestión de la misma, por ello, en muchas ocasiones, es importante reducir el contenido de agua en la producción de fangos. Uno de los puntos de la línea de fangos donde su reducción de agua es importante, es a la entrada de los digestores anaerobios. Para un buen funcionamiento de estos sistemas, la concentración de fangos a la entrada de un digestor anaerobio debe oscilar entre un valor de 4-6% de SST. Sin embargo, en algunas ocasiones, el espesado de los fangos primarios a las concentraciones deseadas, es una tarea difícil, necesitando un tiempo de retención mucho mayor al de diseño [1].

Actualmente, hay métodos alternativos al espesado, pero su aplicación, en muchos casos, está limitada por problemas tales como el coste de operación. En los últimos años, la ósmosis directa ha surgido como una tecnología capaz de minimizar vertidos, concentración de zumos de frutas, desalación, etc.

La FO consiste en generar un flujo de agua desde una corriente de alimentación (disoluciones o suspensiones con baja presión osmótica) hasta una corriente de arrastre (disoluciones o suspensiones con alta presión osmótica) a través de una membrana semipermeable. Esta tecnología tiene distintas características potencialmente ventajosas frente a otros procesos de membranas como la osmosis inversa o nanofiltración [2]. En primer lugar, la FO tiene como principal atractivo un consumo energético menor y por tanto, unos costes de operación inferiores a los otros sistemas mencionados. Otra de las ventajas, es que la suciedad acumulada en las membranas (fouling) es relativamente baja y además puede ser eliminada fácilmente, ya que durante el proceso osmótico no se ejerce presión alguna para generar el paso de agua a través de la membrana. Además, la suciedad puede ser minimizada optimizando la dinámica de fluidos [3].

MÉTODOS EXPERIMENTALES

La planta de laboratorio (Figura 1) utilizada está compuesta por un módulo plano para membranas de FO de triacetato de celulosa (CTA) con una superficie útil de 34 cm^2 (HTI OsMem), dos bucles de circulación independiente para el agua a tratar y la disolución osmótica con caudales de 0.4 a $1 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ y $4 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente. La temperatura se mantiene constante a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ mediante un baño termostatzado. El flujo se calcula a partir de la variación de masa medida con dos balanzas (Kern PLS). Todas las variaciones de peso de la disolución osmótica y de la disolución a tratar se registran mediante tarjetas de adquisición de datos y utilizando el programa Labview. (National Instruments, USA).

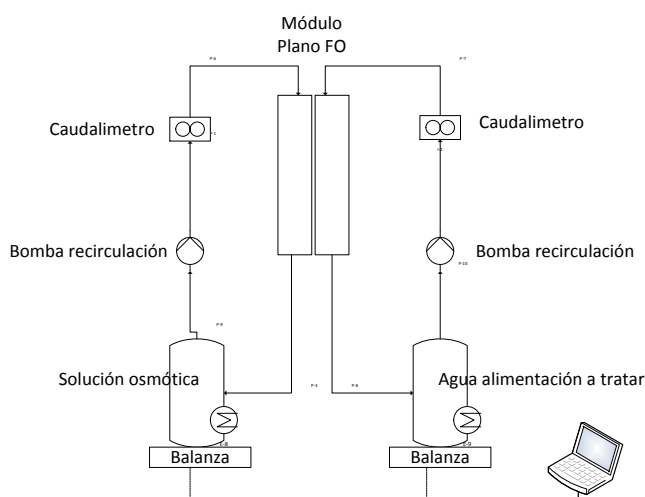


Figura 1. Esquema de la planta de ósmosis directa.

Se ensayaron dos disoluciones osmóticas, una utilizando salmueras de una empresa de la zona con conductividades iniciales de alrededor de $110 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, y otra disolviendo NaCl en agua desionizada (DI) con una concentración de alrededor de $58 \pm 1 \text{ g/L}$ similar a la medida en la salmuera industrial.

Los fangos sintéticos, con los que se realizaron pruebas de concentración, fueron preparados utilizando ácido húmico con concentraciones iniciales de $600 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, para simular fangos primarios de una EDAR municipal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros ensayos realizados fueron los estudios de caracterización del flux o densidad de flujo, a través de la membrana frente a los caudales de paso, transversales, de la disolución osmótica. Como podemos ver en la gráfica siguiente, el valor del flux estable, a partir de las 8 horas de funcionamiento, no varía significativamente al aumentar el caudal desde un valor inicial de $0.4 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ a $1 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, por lo que podemos considerar que en nuestro experimental no es un parámetro crítico.

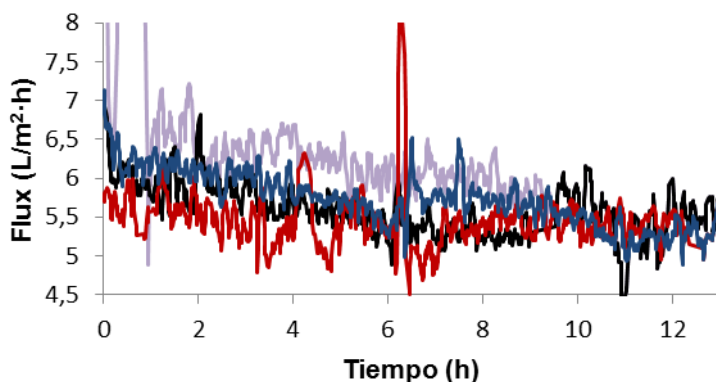


Figura 2. Variación del flux a diferentes caudales de disolución de arrastre.

— Q = 0.4 L·min⁻¹, — Q = 0.8 L·min⁻¹, — Q = 1 L·min⁻¹.

Posteriormente, se realizaron dos ensayos con los fangos sintéticos preparados con ácido húmico con concentraciones iniciales de alrededor de 0.6 g·L⁻¹. Los resultados obtenidos nos indican que el flux disminuye pero que esta tendencia era similar a los ensayos realizados con DI como disolución de alimentación. Durante las 20 horas que duró el experimento, se observa una disminución del flux análoga en todos los casos, indicando que esta variación es debida a la disminución de la presión osmótica de la disolución de arrastre, a la polarización de la membrana y no debida, al ensuciamiento de la misma (Figura 3a). La reproducibilidad también se ve reflejada en la evolución de concentración de fangos en los experimentos realizados con ácido húmico, produciéndose un aumento de la concentración de alrededor de 62% respecto del inicial (Figura 3b).

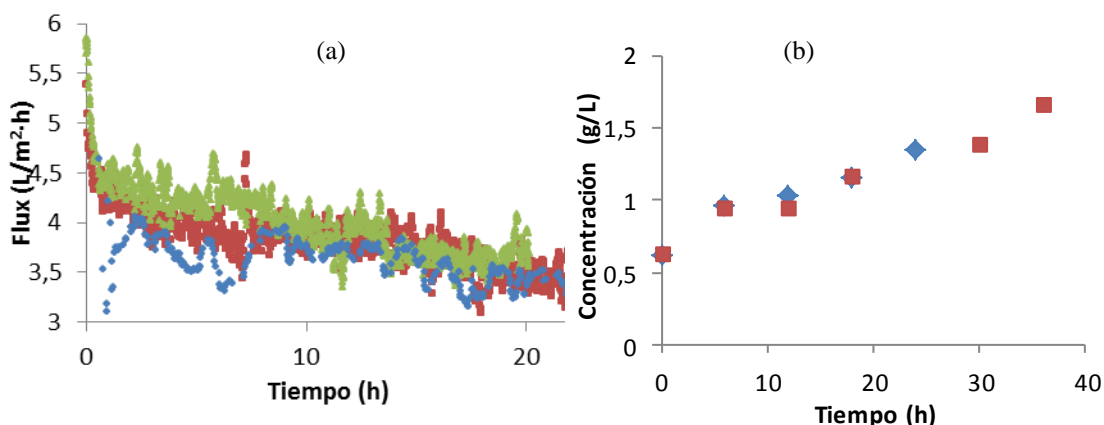


Figura 3. (a) Variación del flux en experimentos con fangos sintéticos NaCl como disolución de arrastre. — DI como Disolución de alimentación, — Ácido húmico como fango sintético. **(b)** Variación de la concentración de SST de fango sintético — Ácido húmico como fango sintético.

También se realizaron ensayos con salmueras procedentes de empresas de la comarca para aprovechar su potencial como disolución de arrastre en otros procesos de concentración como puede ser la eliminación de fangos de depuradora. En el caso de estas salmueras, aunque la conductividad inicial de la disolución es 109 mS·cm⁻¹,

similar a las disoluciones salinas preparadas con NaCl, claramente el potencial osmótico se ve reducido por la presencia de otros compuestos disueltos (materia orgánica). Como se ve en la figura 4, el flux de las salmueras industriales respecto de las disoluciones salinas preparadas con sal común disminuye.

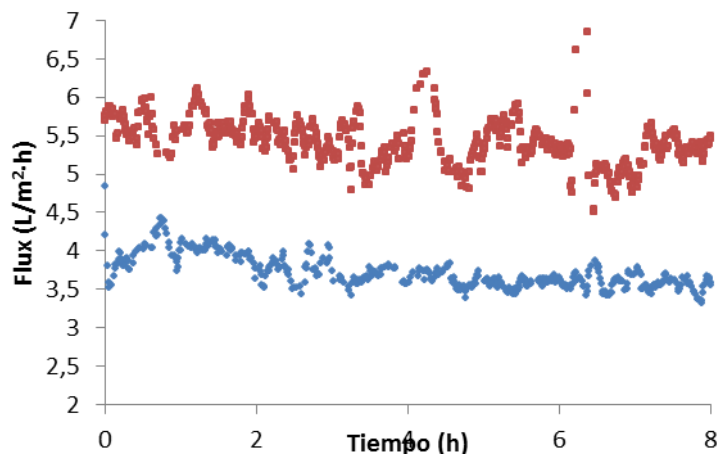


Figura 4. Comparación de flux ($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$) utilizando la salmuera industrial y la disolución salina (NaCl) como disoluciones de arrastre.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado que la ósmosis directa puede ser un proceso viable en la concentración de fangos primarios de una EDAR, debido a que es capaz de eliminar agua en fangos que presentan dificultad en sedimentar en espesadores. Sin embargo, estudios posteriores son necesarios para poder optimizar este proceso utilizando salmueras industriales como disoluciones de arrastre alternativas al agua de mar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Programa de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la UPV de 2013.

REFERENCIAS

- [1] Kim, H.-G., Jang, H.-N., Kim, H.-M., Lee, D.-S., Chung, T.-H., Effects of the sludge reduction system in MBR on the membrane permeability. *Desalination* 250, 601-604, (2010).
- [2] Nguyen Cong Nguyen, Shiao-Shing Chen, Hung-Yin Yang, Nguyen Thi Hau. Application of forward osmosis on dewatering of high nutrient sludge. *Bioresource Technology*, 132 224–229, (2013).
- [3] Cath, T.Y., Childress, A.E., Elimelech, M., Forward osmosis: Principles, applications, and recent developments. *J. Membr. Sci.* 281, 70-87, (2006).

Modelización matemática del proceso de compactación de residuos elastoméricos

M. Boix⁽¹⁾, A.V. Nadal-Gisbert⁽²⁾, F. Parres⁽²⁾, L. Agud⁽¹⁾, J.E. Crespo⁽²⁾,
A. Macías-García⁽³⁾

(1) *Departamento de Matemática Aplicada, Escola Politècnica Superior d'Alcoi. Universitat Politècnica de València, Plaça Ferrandis i Carbonell, 1, 03801, Alcoi, Alicante (Spain); mboix@mat.upv.es; lagudal@mat.upv.es*

(2) *ITM(Institut de Tecnologia de Materials), Escola Politècnica Superior d'Alcoi. Universitat Politècnica de València, Plaça Ferrandis i Carbonell, 1, 03801, Alcoi, Alicante (Spain); anadal@mcm.upv.es; fraparga@dimm.upv.es; jocream@dimm.upv.es*

(3) *Departamento de Electrónica e Ingeniería Electromecánica, Universidad de Extremadura, Avda. Elvas, 06071, Badajoz (Spain); amacias@materiales.unex.es*

RESUMEN

El propósito de este trabajo es estudiar el residuo elastomérico (Ground Tire Rubber: GTR, Crumb Tire Rubber: CTR) procedente del triturado de neumáticos fuera de uso (NFUs). El principal objetivo es obtener un modelo de comportamiento del GTR y CTR a lo largo de las diferentes presiones de compactación a fin de lograr la variación de densidad y con el objetivo de predecir la presión de compactación óptima para diferentes tipos de productos con diferentes aplicaciones.

INTRODUCCIÓN

El volumen de neumáticos usados al año aumenta constantemente. La mayor parte son simplemente arrojados al aire libre o en los vertederos. Existen varios métodos de reciclaje; los neumáticos, una vez triturados y molidos, se pueden utilizar en aplicaciones de ingeniería civil, por ejemplo, como un aditivo en el pavimento de carreteras, superficies de zona de juegos, sistemas de drenaje, alfombrillas, etc. Una solución para el problema generado por los NFUs es reducir este volumen por medio de un proceso de triturado y molido seguido de una separación de los diferentes componentes de los neumáticos. En segundo lugar, una solución simple y económica es reciclar el GTR y CTR de diferentes tamaños, para obtener productos de características elastoméricas por medio de un proceso de compresión térmica.

En este trabajo, se propone un modelo de evolución de densidad frente a presiones de compactación con el objetivo de predecir la presión de compactación óptima [1]. Otros autores han propuesto previamente modelos de densificación. El modelo proporcionado por Coble [2-3] utiliza microfotografías de estructuras de poros y de contorno de grano en productos sinterizados y proporciona una relación entre la densidad relativa y dos parámetros: temperatura y tiempo. Los autores Nadal et al. [4] analizan el efecto de la temperatura, la presión y el tamaño de partícula del GTR y el CTR sobre las propiedades mecánicas de los productos obtenidos por compresión y sinterización.

El modelo propuesto tiene como objetivo desarrollar un modelo de compactación para el GTR y CTR que también se puede utilizar para la determinación de las presiones de

compactación necesarias para obtener diferentes grados de densificación lo que llevaría a obtener diferentes propiedades mecánicas y acústicas.

MATERIALES Y MÉTODOS EXPERIMENTALES

En este trabajo se utilizó como materia prima GTR y CTR suministrados por INSATURBO S.A. (Aspe, España). Ambos fueron obtenidos de NFUs con diferente tamaño de grano. Se realizó un análisis de tamaño de grano de los GTR y CTR, así como una identificación del tipo de grano. Las muestras se pasaron a través de un conjunto de tamices CISA RP.09 (ASTM D-5603-96). Seguidamente se determinó la densidad de una muestra de la banda de rodadura del neumático (25 mm x 20 mm), obteniéndose el valor de densidad, $\rho_p=1.15 \text{ g/cm}^3$. A continuación, se realizó un proceso de compactación con la ayuda de una máquina de ensayo universal IBERTEST ELIB-50/W. Para este fin, un volumen del molde, V_a , se llenó con una masa M , en gramos de GTR o CTR. A partir de los valores de V_a y M la densidad aparente, ρ_a , se puede definir para una presión inicial de compactación $P = 0$. La densidad aparente es menor que la densidad intrínseca del material constitutivo del polvo, ρ_p .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los diferentes tamaños de grano, se compactaron muestras. En vista de los resultados experimentales, se propone un modelo para describir la evolución de la densidad del elastómero compactado.

Cuando comienza el proceso, aparecen mecanismos de acoplamiento. La primera etapa de acoplamiento y coordinación entre las partículas tiene lugar debido a la acción de presiones externas, P , y determina una reducción de volumen de huecos, V_h . El aumento de la densidad es una función directa del deslizamiento de las partículas con respecto a sus vecinos por la acción de presiones de compresión externas transmitidas P . Este deslizamiento es controlado por la fricción entre las partículas. El acoplamiento se ve obstaculizado por la fricción que se produce entre las propias partículas y entre las partículas y las paredes del molde. Planteamos la hipótesis de que el proceso de disminución de huecos es una función creciente con las presiones se muestra en la Figura 1.

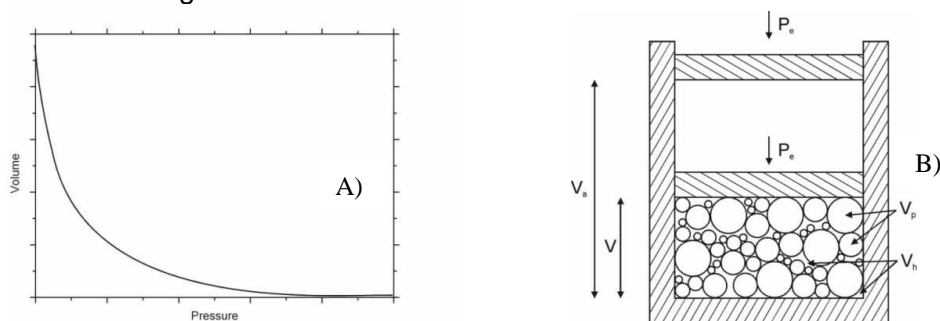


Figura 1. A) Relación entre el volumen de huecos y la presión aplicada. B) Distribución de volumen: V_a , V , volumen de huecos V_h

Una vez completado el deslizamiento, se producen deformaciones elásticas disminuyendo los mecanismos de deslizamiento. De acuerdo con la descripción de las etapas de acoplamiento y las deformaciones elásticas consolidadas, puede darse la hipótesis de que existe una correlación inversa entre los cambios en el volumen de huecos, V_h , y la presión aplicada P , ya que los mecanismos descritos son

complementarios. Con el fin de proporcionar una primera aproximación al fenómeno de compactación, se usan dos variables (llamadas K y n) y después de analizar varios modelos para la variación de volumen de huecos con la presión de compactación, se propone la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dV_h}{dP_c} = -K \cdot n \cdot P_c^{n-1} \cdot V_h \quad (1)$$

cuya solución es:
$$V_h = V_{h0} \cdot e^{-KP_c^n} \quad (2)$$

Siendo V_{h0} el volumen de huecos inicial y K y n dos parámetros, V_h el volumen de los huecos y P_c la presión de compactación.

Por otro lado, a fin de encontrar la correlación entre la densidad del material durante el proceso, ρ , y la presión de compactación, el volumen de huecos, V_h , debe ser correlacionado con la densidad del material, ρ . Aplicando el principio de conservación de la masa compactada, M :

$$M = V_a \cdot \rho_a = V_p \cdot \rho_p \quad (3)$$

Dónde: V_a = Volumen aparente del material antes del proceso de compactación. V_p = Volumen del material de la densidad ρ_p . ρ_a = Densidad aparente del material antes del proceso de compactación. ρ_p = Densidad del material.

Con la ecuación
$$\rho = \rho_p \cdot \left[\left[\frac{\rho_p}{\rho_a} - 1 \right] \cdot e^{-KP_c^n} + 1 \right]^{-1} \quad (4)$$

proponemos un modelo para predecir la evolución de la densidad de un polvo de elastómero. Con el fin de obtener los valores de K y n , aplicamos logaritmos naturales dobles.

$$\ln K + n \cdot \ln P_c = \left[\ln \left[\ln \left(\frac{1}{t} \right) \right] \right] \quad \text{donde: } t = \frac{\left(\frac{\rho_p}{\rho} \right) - 1}{\left(\frac{\rho_p}{\rho_a} \right) - 1} \quad (5)$$

Por lo tanto, se verifica que el modelo sigue la ecuación: $y = nx + b \quad (6)$

Dónde:
$$x = \ln P_c, \quad y = \ln \left(\ln \left(\frac{1}{t} \right) \right), \quad b = \ln K \quad (7)$$

La representación de la ecuación (6) se muestra en la Figura 2A) para un tamaño de grano igual a 0.2 mm. A partir de la ecuación se obtienen valores de $n=0.66$ y $K=2.20$. La gráfica de la densidad frente a la presión de compactación correspondiente a polvos de elastómeros de diferentes tamaños de grano se muestran en la Figura 2B). Se puede observar una buena correlación entre los datos experimentales y los predichos. El valor del parámetro n permanece prácticamente constante independientemente del tamaño de grano y con un valor promedio alrededor de 0.665. Sin embargo, el parámetro K muestra una dependencia que es inversamente

proporcional al tamaño medio de las partículas del material utilizado, siguiendo una ecuación del tipo:

$$K = K_0 + A_1 e^{-BX} \quad (8)$$

Donde X es la granulometría utilizada. De este ajuste obtenemos un valor límite asintótico de $K_0 = 172.3$, para grandes tamaños de partículas, un factor preexponencial $A_1 = 48.8$ y un valor de $B = 0.489$.

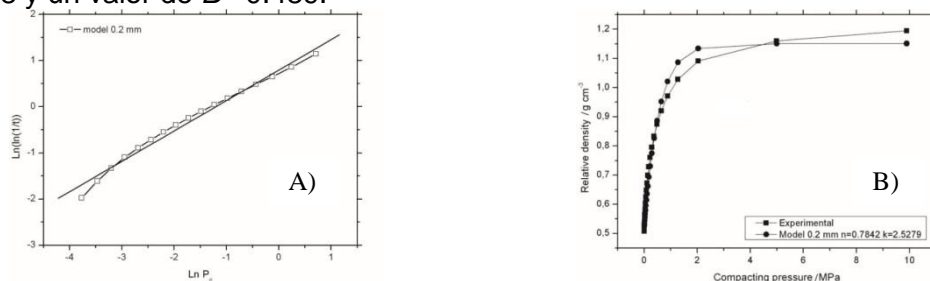


Figura 2. A) Representación de la función $\ln(\ln(1/t)) = \ln K + n \ln P_c$ (tamaño de grano 0.2 mm). B) Representación de la densidad relativa en función de la presión de compactación de los valores experimentales y modelo 0.2 mm.

Según la ecuación (1), se puede concluir que el producto Kn determina la tasa de compactación. Tamaños de granulometría fina resultan en mayores valores de las propiedades mecánicas [4] mientras que los productos que muestran los tamaños más grandes serán más porosos y más capaces de absorber acústicamente [5].

El siguiente paso de este trabajo de investigación será desarrollar otro modelo de dos o tres parámetros más, que podría estar asociado a la distribución estadística de grano y morfología superficial de las partículas.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio se pueden resumir en:

- El modelo obtenido es adecuado para el control del proceso de compresión. Es simple y práctico. Esto hace que sea posible determinar las presiones de compactación necesarias para obtener productos con mayor o menor densidad en función de sus aplicaciones.
- El modelo propuesto es también aplicable a los metales y cerámicas, especialmente durante los procesos iniciales de la compactación.

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo se presentan resultados del proyecto BIA2013-41537-R (BIAEFIREMAT, Desarrollo de nuevos eco-materiales y soluciones constructivas sostenibles para edificación basado en el uso de residuos y materias primas renovables) que está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y cofinanciado con fondos FEDER, dentro del Programa Estatal I+D+I orientada a los Retos de la Sociedad 2013.

REFERENCIAS

- [1] Nadal A. Phd Dissertation, Universidad Politécnica de Valencia. 397 (2003).
- [2] Coble R.L. J Appl Phys. 32:5, 787-792 (1961).
- [3] Coble R.L. J Appl Phys. ;32 :5, 793-799 (1961).
- [4] Nadal A., Ferrer C., Monzo M., Lopez J., Ann Chim-SciMat.;33:3, 179-188 (2008).
- [5] Sobral M., Samagaio A.J.B., Ferreira J.M.F., Labrincha, J.A., J Mater Process Tech., 142:2, 427-433 (2003).

Test de expertos para validar modelos de predicción prefebriles

J. Jordán, B. Vargas-Rojo, P. Miró-Martínez, D. Cuesta-Frau, M. Varela-Entrecanales

*Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad
Escuela politécnica superior de Alcoy, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: jorjornu@eio.upv.es*

RESUMEN

La medicina es una ciencia en constante evolución, cada avance supone al ser humano la mejora de la calidad de vida, o un aumento de su longevidad. Las técnicas estadísticas han permitido generar modelos matemáticos con los que pronosticar y anticiparse a ciertas enfermedades o sucesos clínicos. Los modelos calculados por los investigadores de este trabajo hacen posible anticiparse a un pico febril aproximadamente 60 minutos. Una de las pruebas previas al uso de los modelos en pacientes es un test de expertos, y en el presente trabajo se desarrolla. Finalmente se comprueba que los modelos coinciden con los expertos y se concluye que están listos para trabajar.

INTRODUCCIÓN

La determinación periódica de ciertas variables (las denominadas constantes vitales) en el entorno clínico es una práctica rutinaria, y su empleo resulta imprescindible en la atención del enfermo con patología aguda. Sin embargo, con frecuencia no se tiene en cuenta el hecho de que, por tratarse de variables continuas, su determinación periódica (habitualmente entre una y tres veces al día en el ámbito hospitalario) ofrece una aproximación grosera a los fenómenos fisiológicos subyacentes.

El empleo de sistemas de monitorización continua de la temperatura central y periférica (en adelante T_c y T_p) podría mejorar sensiblemente la utilidad clínica de la medida de la temperatura mediante la identificación de picos de fiebre que pasan desapercibidos o incluso de patrones de variación en las curvas de la T_c y T_p que pudieran identificar si un paciente va a desarrollar un pico febril con cierta antelación. En un trabajo anterior [1], se proponen dos modelos predictivos que parece son capaces de anticiparse a la fiebre. En concreto, el modelo proveniente del análisis discriminante acierta un 84,76% de los picos febriles, y el modelo originado por la regresión logística acierta el 84,58%.

La última de las pruebas que se exige en el campo de la medicina es un test de expertos. Este test se realiza a un grupo de profesionales que lleva mucho tiempo trabajando en este campo. Se compara el veredicto de los expertos frente a los resultados de los modelos. Por otro lado al realizar el test de expertos, surge la opción de comprobar si los médicos siguen el mismo criterio para la detección de picos febriles, y la relación intra-experto. Siendo teóricamente el criterio de pico febril $T_c \geq 38^\circ\text{C}$ enunciado en [2].

OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden del estudio son:

- Comprobar la efectividad de los modelos frente al criterio de los expertos.
- Comparar la relación inter-expertos.
- Examinar el juicio intra-expertos.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Test de expertos

Se prepara una encuesta con 30 gráficos (24 originales, 6 repetidos) en los que se representa una serie temporal sobre la Tc de un paciente. El experto recibe la encuesta junto con un texto introductorio, en donde se le indican unas instrucciones para rellenar la encuesta, y el propósito que se persigue con este estudio.

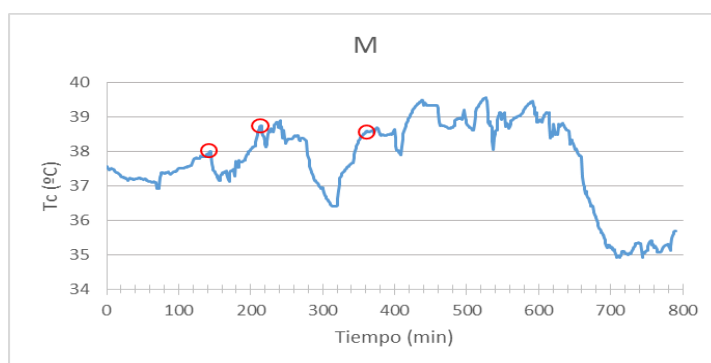


Figura 1. Ejemplo de gráfico para el test de expertos.

El test lo realizan 5 expertos que poseen entre 10 y 30 años de experiencia en el campo profesional de las enfermedades infecciosas, en el que realizan diagnósticos de fiebre por imperativa necesidad de reconocer pacientes.

Técnicas de análisis

Las técnicas a emplear van a depender del objetivo que se pretende. La información de la técnica R&R (Repetibilidad y Reproducibilidad) se dividirá en los apartados de inter-experto e intra-experto ya que aportan información en ambos apartados.

- Expertos Vs Modelos:
 - o Recuento y descripción
- Inter-expertos:
 - o ANOVA para variación de picos detectados
 - o LSD para diferencia de medias
 - o Reproducibilidad
- Intra-expertos:
 - o Recuento y descripción
 - o Repetibilidad

RESULTADOS

Expertos Vs Modelos:

Los expertos han identificado 42 picos febriles en los gráficos, de los cuales hay 36 que pueden ser comparados con los modelos y 6 que no pueden compararse. El motivo de que no puedan compararse es que la serie del gráfico no estaba depurada y hay picos que suceden con intervalos menores a los 120 de pico anterior, por tanto el modelo no tenía datos para medir.

De los 36 picos que si pueden ser comparados, el modelo discriminante acierta 35, y el logístico los mismos 35. Hay un único pico reconocido por los médicos que los modelos no detectan (Gráfico N, pico a 194 minutos).

Se introdujeron 2 gráficos de control sin picos febriles, en los que los expertos no detectan ningún pico, y ninguno de los modelos detecta tampoco la fiebre. Por lo que funciona correctamente.

Tabla 1. Tabla resumen de estadísticos.

Modelo	Media (min)	Desviación típica (min)	% Aciertos
Análisis discriminante	60,91	45,18	97,2
Regresión logística	61,37	46,17	97,2

Por lo que se deduce que los modelos están listos para empezar a trabajar con personas y detectar las futuras fiebres.

Relación inter-expertos:

Mediante el ANOVA de Fisher se compara la igualdad de medias:

Tabla 2. Tabla ANOVA.

Fuente		Razón-F	Valor-P
Entre grupos	H_0 : medias iguales H_1 : medias distintas $\alpha = 0,05$	9,21	0,0000
Intra grupos			
Total (Corr.)			

Puesto que el P-valor es menos que alpha, se rechaza la H_0 y se concluye que las medias no son iguales. Con la prueba LSD, se comprueban las diferencias entre parejas de expertos.

Tabla 3. Tabla LSD.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
LFS - OV	*	-0,633333	0,543553
LFS - EGD	*	-0,6	0,543553
LFS - JAC	*	-0,566667	0,543553
LFS - PM	*	-1,633333	0,543553
OV - EGD		0,0333333	0,543553
OV - JAC		0,0666667	0,543553
OV - PM	*	-1,0	0,543553
EGD - JAC		0,0333333	0,543553
EGD - PM	*	-1,033333	0,543553
JAC - PM	*	-1,066667	0,543553

* indica una diferencia significativa.

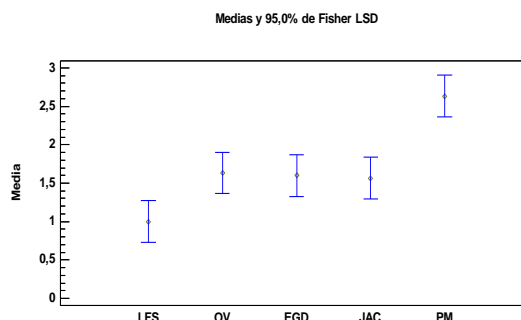


Figura 2. Gráfico de medias e intervalos.

La figura 2 muestra visualmente que las medias de los expertos son distintas, ya que no se solapan los intervalos de confianza, y la tabla 3 confirma estadísticamente las diferencias entre expertos.

Relación intra-expertos:

Se analiza si los médicos son capaces de repetir sus juicios sobre gráficos repetidos.

Tabla 4. Tabla de recuento y concordancia.

	LFS	OV	EGD	JAC	PM
Detecciones	8	13	10	12	17
Concordancia	5	9	7	7	12
% Concordancia	62	69	70	58	70

En la tabla 4 se aprecia que los porcentajes de concordancia no son muy elevados, por lo que los médicos no son capaces de repetir fiablemente su juicio sobre la fiebre.

R&R:

A continuación se muestra los resultados del análisis R&R:

Tabla 5. Tabla de reporte de Repetibilidad y Reproducibilidad.

<i>Medición</i>	<i>Sigma</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Varianza</i>	<i>Porcentaje de</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Unidad</i>	<i>Estimada</i>	<i>Variación Total</i>	<i>Estimada</i>	<i>Contribución</i>	<i>de R&R</i>
Repetibilidad	0,688477	59,2598	0,474	35,1172	55,15
Reproducibilidad	0,620886	53,442	0,3855	28,5605	44,85
R & R	0,927092	79,7983	0,8595	63,6777	100,00
Partes	0,70019	60,268	0,490267	36,3223	
Variación Total	1,16179	100,0	1,34977		

El porcentaje de variación de Repetibilidad y Reproducibilidad es bajo, lo que indica que no comparten criterio los expertos.

CONCLUSIONES

- Los modelos discriminante y logístico coinciden al 97,2% con los expertos, por lo que ya están listos para usarse en pacientes.
- Los expertos no comparten el mismo criterio sobre lo que representa un pico febril.
- Los expertos tienen dificultades para repetir su propio juicio sobre la fiebre en series temporales de temperatura central.
- Se debería proponer un criterio unánime para la detección de la fiebre.

REFERENCIAS

- [1] Jordán J., y col. Caracterización de estados prefebriles en pacientes con infecciones. En: I Congreso I+D+i Campus de Alcoi "Creando sinergias" Alcoi: Escuela Politecnica Superior de Alcoi, 99-102 (2013).
- [2] Wunderlich C.A., Das Verhalten der Eigenwärme in Krankheiten. O.Wigand, 1870.

Modificación química de partículas de café gastado para la producción de Bio-composites

D. García-García, M.D. Samper, J.M. Ferri, R. Balart, J. López

*Instituto de Tecnología de Materiales (ITM), Universitat Politècnica de València (UPV),
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n, 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: dagarga4@epsa.upv.es**

RESUMEN

Se han fabricado composites ecológicos con matriz de polipropileno (PP) y un 20% en peso de posos de café (Spent Coffee Ground, SCG) como refuerzo. Los efectos del tratamiento hidrofóbico con Palmitoyl Chloride en el polvo de SCG se ha comparado con el tratamiento superficial convencional basado en silanización con (3-Glycidyloxypropyl) trimethoxysilane y el uso de un compatibilizante comercial (Polypropylene-graft-maleic anhydride) en términos de propiedades mecánicas, morfología, y de absorción de agua.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la preocupación ecológica y cuestiones como el reciclaje y el cuidado del medioambiente son cada vez más importantes, esto ha impulsado un mayor avance en las investigaciones de materiales más respetuosos con el entorno como es el caso de los materiales compuestos reforzados con cargas naturales [1-3]. Las cargas naturales están adquiriendo cada vez más importancia como refuerzos en materiales compuestos, gracias a las múltiples ventajas que éstas aportan, tales como, bajo coste, baja densidad, no toxicidad, propiedades mecánicas equilibradas y menor impacto medioambiental [3, 4]. El principal problema del empleo de cargas naturales, es su baja compatibilidad con la mayoría de las matrices poliméricas. La mayoría de las cargas naturales son materiales lignocelulósicos y por tanto, altamente hidrofílicos, mientras que gran parte de las matrices poliméricas presentan un carácter hidrofóbico, esta diferencia conduce a bajas interacciones matriz-carga que dan lugar a malas propiedades mecánicas. Además de la falta de compatibilidad entre la carga y la matriz, la absorción de humedad es otro de los inconvenientes cuando se utilizan como refuerzos cargas naturales. La elevada hidrofiliidad de las cargas naturales viene dada por su alto contenido en celulosa y hemicelulosa con grupos hidroxilos que son capaces de reaccionar con las moléculas de agua, dando lugar a una elevada capacidad de absorción de agua que puede provocar inestabilidad dimensional en los composites [4].

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Materiales

El Polipropileno comercial (PP) grado PR290 P1M suministrado por REPSOL (REPSOL, Madrid, España) se utilizó como matriz. Este grado de PP presenta una densidad de 0,905 g cm⁻³ y un índice de fluidez de 35 g (10 min)⁻¹ a 230 °C. El Spent coffee ground (SCG) fue suministrado por bares de la zona. La materia prima fue secada en una estufa a 80 °C durante 5 horas.

Como agente compatibilizante se utilizó un polipropileno comercial funcionalizado con anhídrido maleico, Polypropylene-graft-maleic anhydride (PP-g-MA). El silano utilizado para el tratamiento superficial del SCG fue (3-Glycidyloxypropyl) trimethoxysilane (GLYMO). El tratamiento hidrofóbico del SCG se llevó a cabo con Palmitoyl chloride, Pyridine y 1,2-Dichloroethane. Todos los productos químicos fueron suministrados por Sigma Aldrich (Sigma Aldrich, Madrid, España).

Tratamientos superficiales del SCG

La hidrofobización del SCG se realizó mediante esterificación con Palmitoyl Chloride para ello el SCG se secó durante toda la noche a 80 °C y posteriormente se introdujo en una disolución de 1,2-Dichloroethane, donde se añadió Palmitoyl chloride y una cantidad equimolar de Pyridine a una temperatura de 70 °C como ha sido descrito con anterioridad por Zini E. [5]. Después de un tiempo de reacción de 60 minutos, el SCG fue recuperado mediante filtración y lavado con 1,2-Dichloroethane y agua respectivamente. Finalmente el SCG se secó a 80 °C durante toda la noche.

La silanización del SCG con GLYMO se llevó a cabo en una disolución agua-metanol (50/50) que contenía un 1% en peso del silano con respecto a la cantidad de SCG tratado. La disolución se sometió a agitación magnética durante 2 horas, posteriormente se filtró, se lavó el SCG con agua destilada y se secó a temperatura ambiente durante 48 horas.

Un polipropileno maleado convencional, PP-g-MA, (2 % en peso, con respecto al peso total del composite) fue mezclado en una bolsa con cierre hermético antes del proceso de extrusión.

Fabricación de los composites de PP/SCG

Cuatro diferentes formulaciones con un contenido de SCG fijo (20% en peso) fueron fabricadas y etiquetadas de la siguiente manera:

SCG: 80% de PP + 20% de SCG sin tratar.

SCG-SIL: 80% de PP + 20% de SCG silanizado con GLYMO.

SCG-PAL: 80% de PP + 20% de SCG hidrofobizado con Palmitoyl Chloride.

SCG-MAPP: 78% de PP + 2% de PP-g-MA + 20% de SCG sin tratar.

Todas las formulaciones se mezclaron en una extrusora de doble husillo, con una temperatura en cada una de sus cuatro zonas de calentamiento de 180°C, 185°C, 190°C y 195°C y una velocidad de husillo de 40 rpm. El material extruido fue granulado y posteriormente se obtuvo mediante una máquina de inyección a una temperatura de 200°C las probetas normalizadas para su caracterización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del polvo de SCG

La capacidad hidrofóbica lograda con el tratamiento con Palmitoyl Chloride se ha medido mediante el método de ascensión capilar utilizado por Trong Dang-Vu para materiales porosos [6]. La figura 1 muestra la evolución del proceso de humectación durante un período de 125 minutos para el SCG sin tratar y tratado superficialmente. Como se observa, el SCG sin tratar absorbe más agua con el tiempo y con mayor rapidez si se compara con el SCG hidrofobizado.

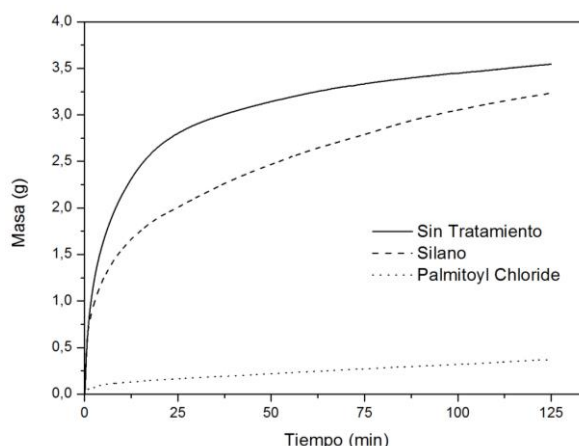


Figura 1. Evolución de la absorción de agua del SCG sin tratar y con diferentes tratamientos superficiales con respecto al tiempo.

Caracterización de los composites de PP/SCG

La resistencia a flexión, tabla 1, sufre un descenso con la incorporación del SCG, típico de los materiales compuestos, debido a los fenómenos de concentración de tensiones que se producen. Con respecto al módulo de flexión, éste aumenta en los composites con SCG tratado exceptuando el composite de PP con SCG hidrofobizado con Palmitoyl Chloride, en el que el módulo de flexión es similar al del PP sin carga, esto podría indicar una mejor dispersión de las partículas. Si las partículas de SCG se dispersan bien, la interacción matriz-partícula aumenta y los fenómenos de concentración de tensiones disminuyen. Con respecto a la energía de absorción de impacto se observa una clara reducción para las cuatro formulaciones de composites de PP/SCG con respecto al PP sin carga.

Tabla 1. Propiedades mecánicas del PP y de los composites de PP/SCG sin y con diferentes tratamientos superficiales o compatibilizantes.

Muestra	Resistencia a Flexión (MPa)	Módulo de Flexión (MPa)	Energía de Impacto (kJ/m ²)
PP	37,0 ± 0,2	1034 ± 78	2,6 ± 0,1
SCG	33,4 ± 0,3	1176 ± 26	1,1 ± 0,1
SCG-MAPP	31,7 ± 0,2	1121 ± 41	1,5 ± 0,3
SCG-SIL	32,4 ± 0,3	1222 ± 35	1,0 ± 0,1
SCG-PALM	31,9 ± 0,3	989 ± 16	1,7 ± 0,1

La adición de SCG en los composites aumenta la capacidad de absorción de agua de los mismos debido al comportamiento hidrofílico del residuo lignocelulósico, figura 2. La mayor absorción de agua se obtiene para el composite de PP con SCG sin tratar, debido a la formación de enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua y los grupos hidroxilo de la celulosa y hemicelulosa presentes en el SCG, la ausencia de un tratamiento superficial en el SCG deja una alta cantidad de grupos hidroxilo accesibles que pueden interactuar con el agua. El composite con el compatibilizante (PP-g-MA) y con el SCG silanizado ofrecen unos valores de absorción de agua más bajos que en el composite con el SCG sin tratar. En el caso del composite en el que se ha utilizado el compatibilizante (PP-g-MA), el anhídrido maleico puede reaccionar con los grupos hidroxilo del SCG disminuyendo la cantidad de grupos hidroxilos libres que pueden interactuar con el agua. En el composite con el SCG silanizado la disminución en el proceso de absorción de agua se debe a la formación de una fina capa de silano unida

químicamente a la partícula y que da lugar a una reducción en la cantidad total de grupos hidroxilo libres. Es en el caso del composite de PP con SCG hidrofobizado con Palmitoyl Chloride donde se produce una menor absorción de agua, esto evidencia la efectividad de dicho tratamiento en el cual se produce un anclaje químico de ácido palmítico en los grupos hidroxilo de la celulosa y hemicelulosa presentes en el SCG a través de una reacción de esterificación proporcionando una fina capa hidrofóbica alrededor de la partícula que mejora notablemente la respuesta de absorción de agua del composite.

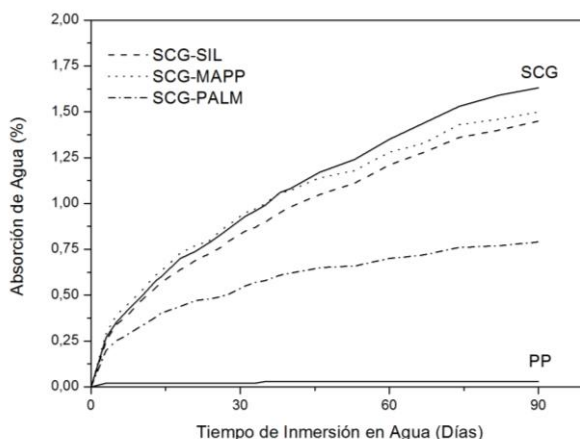


Figura 2. Evolución de la absorción de agua en función del tiempo de inmersión para composites de PP/SCG sin y con diferentes tratamientos superficiales o compatibilizantes.

CONCLUSIONES

El uso del agente compatibilizante, PP-g-MA, en los composites de PP/SCG no aumenta significativamente el rendimiento mecánico y la absorción de agua sigue siendo uno de los inconvenientes. El tratamiento del SCG con el silano proporciona cierta hidrofobicidad adicional, pero el comportamiento de absorción de agua es similar a los composites con SCG no tratado. El tratamiento superficial del SCG con Palmitoyl Chloride proporciona propiedades mecánicas equilibradas junto con un comportamiento mejorado frente a la absorción de agua evidenciando así la alta hidrofobicidad adquirida con este tratamiento que aporta una hidrofobicidad más cercana a la de la matriz polimérica, lo que proporciona una buena dispersión de las partículas y una mejor interacción matriz-partícula.

REFERENCIAS

- [1] George, J., Sreekala, M.S. and Thomas, S., *Polymer Engineering and Science*, 49:9, 1471-1485 (2001).
- [2] Sobczak, L., Lang, R.W. and Haider, A., *Composites Science and Technology*, 72:5, 550-557 (2012).
- [3] Tasdemir, M., Biltekin, H. and Caneba, G.T., *Journal of Applied Polymer Science*, 112:5, 3095-3102 (2009).
- [4] Arbelaiz, A., Fernandez, B., Ramos, J.A., Retegi, A., Llano-Ponte, R. and Mondragon, I., *Composites Science and Technology*, 65:10, 1582-1592 (2005).
- [5] Zini, E., Scandola, M. and Gatenholm P., *Biomacromolecules*, 4:3, 821-827 (2003).
- [6] Dang-Vu, T., Hupka, J., *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 39, 47-65 (2005).

Determinación del agente de acoplamiento en composites de bioPE y cáscara de huevo

N. Montanes, T. Boronat, O. Fenollar, M.D. Samper, A. Carbonell-Verdú

*Instituto de Tecnología de Materiales (ITM),
Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoy, (Alicante)
e-mail: nesmonmu@upv.es*

RESUMEN

En este trabajo se ha estudiado que agente de acoplamiento se debe utilizar para desarrollar un nuevo material compuesto de origen totalmente natural. El nuevo material compuesto utiliza como matriz un polietileno de base biológica y como material de refuerzo se ha utilizado cáscara de huevo (CH). Se ha utilizado CH con el fin de reemplazar mineral de carbonato cálcico como carga de polímero, que se utiliza comúnmente. Para mejorar la adhesión entre la matriz y la carga se ha evaluado el uso de tres agentes de acoplamiento (silano, titanato y circonato) con el fin de escoger el que mejore las características del composite.

INTRODUCCIÓN

Debido a los costos de los materiales poliméricos, la conciencia ambiental y los riesgos intrínsecos de los productos derivados del petróleo en los últimos años se observa una creciente tendencia en el desarrollo, investigación y la aplicación de biocomposites [1]. Los materiales compuestos de origen bio son aquellos en los que al menos uno de los componentes, ya sea la matriz o el refuerzo, proviene de recursos renovables. En nuestro estudio se ha utilizado como matriz un biopolímero de polietileno obtenido a partir de etanol de caña de azúcar y como material de relleno se ha utilizado cáscara de huevo de pollo. El bioPolietileno presenta el mismo rendimiento y características que un PE obtenido de orígenes no renovables. La CH es un subproducto industrial, que afecta a un pequeño número de industrias, pero las que generan este residuo lo hacen en grandes cantidades. Las industrias más afectadas por este problema son los criaderos de aves de corral y de huevos, donde la cantidad de CH para ser eliminada es considerable y aunque se ha intentado buscar muchas alternativas para obtener un beneficio de las CH, los usos no consumen la gran cantidad generada.

El carbonato cálcico mineral (CaCO_3) es uno de los rellenos inorgánicos más utilizados en materiales compuestos poliméricos [3]. Varios autores como Ghabber [2] y Toro [3], han sustituido el carbonato cálcico mineral por CH desarrollando bio-compuestos. Otros como Fombuena [4] han utilizado otras fuentes naturales con el fin de obtener el carbonato de calcio. Estos estudios se basan en el alto contenido de carbonato de calcio presente en la CH (95% en peso) [5]. Todos estos estudios previos trabajaron con polímeros obtenidos a partir de fuentes petroquímicas, pero en el presente trabajo ambos componentes son de origen natural.

El comportamiento de los polímeros con carga es un tema complejo ya que el compuesto está influenciado por muchos factores tales como contenido de carga, características de la carga y la adhesión interfacial. El polietileno es un polímero hidrofóbico, mientras que la CH es un relleno hidrofílico [6]. Se han añadido agentes

de acoplamiento a la carga con el fin de lograr una mayor interacción entre la matriz polimérica y el relleno. Los agentes de acoplamiento proporcionan una superficie hidrofóbica para el relleno que aumenta la adherencia con polímeros hidrofóbicos. El objetivo de este estudio es determinar que agente de acoplamiento es idóneo para ser utilizado en el desarrollo de un nuevo material completamente bio.

EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del estudio se han comparado 6 combinaciones distintas de PE con carga de carbonato cálcico: PE sin carga, PE con carbonato cálcico comercial, PE con cáscara de huevo sin aditivos y también tratado con silano, titanato y circonato.

Se ha utilizado como matriz polimérica un polietileno de alta densidad suministrado por Braskem (Sao Paulo, Brasil), grado SHA7260, que es un biopolímero de polietileno verde obtenido de la caña de azúcar. La CH se obtuvo de huevos marrones suministrados por una confitería local. El agente de acoplamiento más adecuado ha sido elegido entre tres alternativas posibles: titanato (titanium (IV) isopropoxide (80%)), silano (trimethoxysilane (98%)) y circonato (zirconium (IV) bis(diethyl citrate) dipropoxide (86%)), todos suministrados por Sigma-Aldrich (Sigma-Aldrich Química, S.A., Madrid, España).

Para su preparación, la CH se lavó y se secó durante 24hrs en un horno a 70°C, luego se molió y se pasó por un tamiz con un tamaño de 25 μm utilizando un molino centrífugo Mill ZM 200 suministrado por Retsch (Düsseldorf, Germany). Los agentes de acoplamiento se añadieron a la CH en polvo en un 0,7% en peso en una solución de bioetanol; después, la suspensión se colocó en una bandeja y se eliminó el alcohol por evaporación a 30°C. Posteriormente las mezclas se combinaron con el HDPE utilizando una extrusora de doble tornillo corrotante. Todas las mezclas se prepararon con una carga de carbonato de calcio o de cáscara de huevo en 20% en peso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 que muestra los óxidos presentes en los aditivos, se ha obtenido utilizando espectrometría fluorescente de rayos X (XRF) y de esta manera se ha determinado la composición química de todos los aditivos de carbonato de calcio utilizados en este estudio. Se confirma que el principal componente para todos los aditivos es el CaCO_3 ; los aditivos con CH presentan menos pureza ya que son de origen natural. La influencia del agente de acoplamiento en las propiedades calorimétricas ha sido investigada realizando ensayos de calorimetría diferencial de barrido (DSC) de los materiales compuestos (Figura 1A). Todas las curvas de DSC se caracterizan por la presencia de un pico alrededor de 135°C, que es el valor de la fusión del PE del compuesto. En los materiales compuestos, este valor se modifica ligeramente debido a la presencia de otros componentes. El caso más notable es la muestra tratada con titanato (PE-20CH-Tit), ya que hay una disminución de la temperatura de fusión hasta 132,72°C. En el análisis de los valores de la entalpía se observa que el valor más alto se alcanza para el PE descargado (146,67 J/g), el resto de los materiales compuestos presentan valores similares (alrededor de 130 J/g), excepto los tratados con titanato (PE-20CH-Tit), que presenta una caída significativa en comparación con el resto (105,44 J/g). Los valores de la temperatura de degradación también son similares para todas las muestras (alrededor de 235°C), excepto para los tratados con titanato en el que la degradación se retrasa 15° C alcanzando un valor de 252,76°C. Por tanto, el

titanato utilizado como agente de acoplamiento para el material compuesto PE-20CH aumenta su rango de trabajo de temperatura y reduce la energía requerida para fundir el compuesto.

Tabla 1. Concentraciones de óxidos obtenidos por XRF

	Cal (%)	CH (%)	CH-Sil (%)	CH-Tit (%)	CH-Zir (%)
CaO	99.80	97.68	95.38	97.36	97.60
SrO	0.02	0.04	0.05	0.05	0.05
SO ₃	--	0.66	0.57	0.58	0.57
SiO ₂	--	0.07	0.54	0.05	0.06
P ₂ O ₅	0.01	0.43	0.43	0.45	0.42
Na ₂ O	--	--	1.29	--	--
MgO	0.16	0.83	1.24	0.97	0.86
K ₂ O	--	0.08	0.10	0.08	0.07
Cl ₂ O ₃	--	0.06	0.06	0.05	0.05
Al ₂ O ₃	--	0.15	0.34	--	--
BaO	--	--	--	--	0.05
ZrO ₂	--	--	--	--	0.27
TiO ₂	--	--	--	0.41	--

La figura 1B muestra las pérdidas de peso en función de las temperaturas determinadas con ensayos de termogravimetría diferencial (TGA). El HDPE virgen se degrada en un único paso que se inicia en 470,11°C y finaliza en 507,73°C, presentando una pérdida de peso de 91,78%. La curva del termograma de la CH muestra una ligera disminución de la masa a 275°C que corresponde al componente orgánico de la CH que se degrada con una pérdida de peso de 2,895%. A 750°C se produce una pérdida de peso abrupta de 41,81% debido a la pérdida de CO₂ desde el carbonato de la CH. Después de eso, hay una pérdida de peso muy insignificante y la muestra se transforma en óxido de calcio estable. Los compuestos que contienen PE y carbonato de calcio presentan los dos pasos descritos antes para los componentes individuales. El primer paso en los materiales compuestos es más pronunciado y muestra la pérdida de peso provocada por la descomposición del PE que comienza a aproximadamente 470°C. La pérdida de peso promedio para todos los compuestos es de aproximadamente 78%, que corresponde al porcentaje de PE en la mezcla (80%).

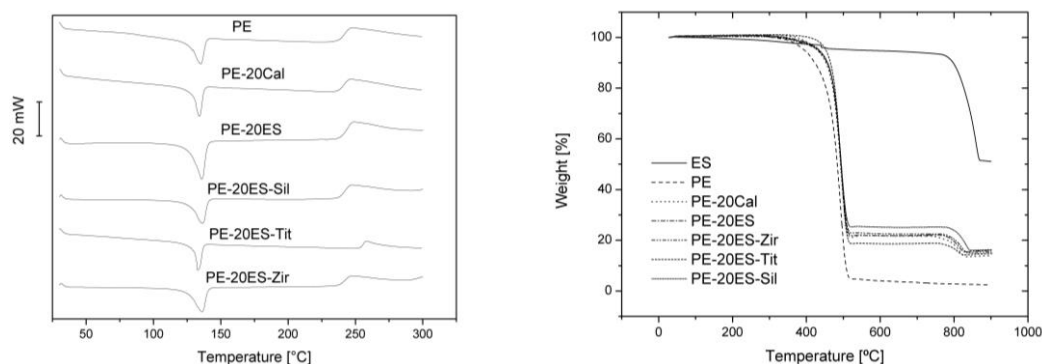


Figura 1. A) Termogramas de PE, CH y blends con diferentes agentes de acoplamiento. B) Curvas termogravimétricas de PE, CH y blends con diferentes agentes de acoplamiento.

En la tabla 2 se muestra efecto del agente de acoplamiento sobre las características mecánicas de los composites.

Tabla 2. Características mecánicas

	Módulo Young (MPa)	Resistencia máxima tracción (MPa)	Alargamiento a la rotura (%)	Módulo Flexión (MPa)	Resistencia máxima (MPa)	Dureza Shore D	Energía impacto Charpy (kJ/m ²)
PE	373 ± 8.6	19.6 ± 0.2	520 ± 8.8	804 ± 30.0	23.9 ± 0.2	56.6 ± 0.5	0.28 ± 0.02
PE-20CaI	372 ± 12.7	16.8 ± 0.7	45.5 ± 2.0	785 ± 50.6	22.6 ± 0.5	56.6 ± 2.1	0.19 ± 0.01
PE-20CH	402 ± 21.5	17.1 ± 0.1	20.3 ± 0.8	826 ± 75.8	24.3 ± 0.6	57.4 ± 1.5	0.16 ± 0.01
PE-20CH-Sil	445 ± 11.8	16.9 ± 0.3	17.4 ± 0.1	946 ± 27.0	24.8 ± 1.2	57.0 ± 1.2	0.16 ± 0.01
PE-20CH-Tit	439 ± 11.5	17.4 ± 0.6	17.3 ± 3.3	1021 ± 52.8	25.2 ± 0.3	57.8 ± 1.6	0.16 ± 0.01
PE-20CH-Zir	390 ± 17.0	19.6 ± 0.2	20.6 ± 1.4	826 ± 31.3	24.0 ± 0.6	57.0 ± 1.2	0.16 ± 0.01

CONCLUSIONES

Se ha comprobado que el titanato es el mejor agente de acoplamiento de todos los analizados ya que mejora la procesabilidad debido a que amplía el rango de temperatura de procesado y también mejora la interacción entre la carga y la matriz. El comportamiento mecánico de los materiales compuestos PE-CH presenta módulo de tracción superior que los compuestos de calcio comerciales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del proyecto GV/2014/008, financiado por la Generalitat Valenciana. Los autores quieren agradecer a la "Confitería El Túnel" y a "Dulces Hispania" por suministrar la cáscara del huevo.

REFERENCIAS

- [1] Ferrero B, Boronat T, Moriana R, Fenollar O, Balart R. Green Composites Based on Wheat Gluten Matrix and Posidonia Oceanica Waste Fibers as Reinforcements. *Polym Compos.* 2013;34:1663-9.
- [2] Ghabeer T, Dweiri R, Al-Khateeb S. Thermal and mechanical characterization of polypropylene/eggshell biocomposites. *J Reinf Plast Compos.* 2013;32:402-9.
- [3] Toro P, Quijada R, Arias JL, Yazdani-Pedram M. Mechanical and morphological studies of poly(propylene)-filled eggshell composites. *Macromolecular Materials and Engineering.* 2007;292:1027-34.
- [4] Fombuena V, Bernardi L, Fenollar O, Boronat T, Balart R. Characterization of green composites from biobased epoxy matrices and bio-fillers derived from seashell wastes. *Materials & Design.* 2014;57:168-74.
- [5] Nys Y, Gautron J. Structure and Formation of the Eggshell. In: Huopalahti R, López-Fandiño R, Anton M, Schade R, editors. *Bioactive Egg Compounds*: Springer Berlin Heidelberg; 2007. p. 99-102.
- [6] Huang H. Structure development and property changes in high-density polyethylene/calcium carbonate blends during pan-milling. *Journal of Applied Polymer Science.* 1999;74:1459-64.

Desarrollo de nuevas estrategias basadas en la integración de procesos fotoquímicos para el tratamiento de aguas residuales complejas

S. García-Ballesteros⁽¹⁾, A.M. Amat⁽¹⁾, R.F. Vercher⁽¹⁾, A. Doménech⁽¹⁾,
M.A. Castillo⁽²⁾, C. Sabater⁽²⁾

(1) Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. Dpto de Ing. Textil y Papelera. Univ. Politèc. de València. Pza Ferrándiz y Carbonell, 1. 03801-Alcoy.

(2) Dpto. Biotecnología, Universitat Politècnica de Valencia, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia

e-mail: sagarba2@doctor.upv.es

RESUMEN

Una mezcla de 8 contaminantes habituales en la industria corchera (ácido galico, ácido protocatecuico, ácido vanílico, ácido siríngico, ácido sinápico, 2,4-dinitrofenol, ácido elágico y ácido tánico) ha sido tratada mediante procesos foto-Fenton y ozono. Con el fin de optimizar las variables que intervienen en cada uno de los procesos y compara la eficacia de los mismos. Para ello se ha realizado un Diseño experimental Doehlert con tres factores y tres puntos centrales. A partir de este planteamiento se han llevado a cabo en laboratorio un total de 30 ensayos de degradación. También se ha evaluado la toxicidad de las muestras antes y después de ser tratadas mediante foto-Fenton.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte del Proyecto AQUAFOTOX, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad dentro del programa de investigación fundamental no orientada, convocatoria 2012 (referencia: CTQ2012-38754-C03-02). El proyecto se centra en el desarrollo de procesos de tratamiento de aguas residuales complejas; tratamientos alternativos y más exigentes a los implantados actualmente en las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR) y en diseñar una estrategia que permita reducir costes y aumentar la eficiencia de tratamiento de estas aguas mediante la combinación de varios procesos: oxidación avanzada y biotratamiento. El estudio de ese acoplamiento se realiza mediante la comparación de distintos métodos de medida de detoxificación. Se pretende además evaluar con detalle la posibilidad de utilizar en procesos de depuración ciertos compuestos contenidos en los lixiviados de vertedero [1] [2]. Todo esto se complementa con la evaluación pormenorizada de la reactividad de los diferentes procesos de oxidación avanzada (PAOs), focalizándose principalmente en la de los fotosensibilizadores debido a la poca información existente sobre sus mecanismos.

Generalmente, la instalación de PAOs supone un coste relativamente bajo, pero la operación es costosa, debido al uso de agente químicos caros o al consumo energético. Una reducción de los costes los convertiría en una opción muy interesante en la industria del agua. Algunas mejoras en este aspecto consideran el uso de energías renovables como fuente energética del proceso, este es el caso de la fotocatalisis solar [3].

Los objetivos de este trabajo son determinar a escala de laboratorio, el mejor proceso de oxidación avanzada capaz de degradar los contaminantes seleccionados y aumentar su biocompatibilidad; caracterizar las variaciones producidas en la composición de dichos contaminantes al aplicarles los PAOs; evaluar los riesgos ambientales de las muestras antes y después de ser tratadas, determinado su efecto sobre diferentes tipos de organismo presentes en los ecosistemas a los que puedan ser vertidos y por último, comprobar la capacidad de los lixiviados de vertederos de actuar como fotosensibilizadores para favorecer la degradación de contaminantes presentes en diferentes tipos de aguas industriales.

EXPERIMENTAL

El estudio se desarrolla en el laboratorio del Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada del Campus de Alcoi de la UPV. Se trabaja con muestras de agua preparadas conteniendo contaminantes representativos de diferentes efluentes (de la industria del corcho, de lixiviados de vertedero y extractos solubles de lixiviados de vertedero). Para las foto-reacciones iniciales se emplea un simulador solar ABET Sun 2000. Cuando se requiere mayor volumen de agua tratada, se emplea una planta piloto de detoxificación solar de 4 litros de capacidad compuesta de 4 tubos borosilicatados de 32 mm de diámetro externo colocados sobre respectivos colectores solares CPC (Colector cilindro parabólico compuesto) de aluminio dispuestos con una inclinación sobre la horizontal de 37° y equipada con un radiómetro que mide la radiación UVA (320-400nm) recibida. Para las reacciones de ozonización, se dispone de un ozonizador de laboratorio (Ozogas T.R.C.E. 4000) con funda interior de cuarzo que permite acoplarle tanto una lámpara de inmersión axial (Heraeus TNN15/35, 254 nm) para comprobar el efecto de la radiación UV como una lámpara de luz visible. La determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de la muestra se realiza según el método estándar, utilizando un digestor y kits comerciales. Para el análisis de Carbono Orgánico Total (COT) se dispone de un equipo (Shimadzu) de determinación de COT. Con estas medidas se puede determinar los parámetros EOM (Estado de oxidación medio) y EOC (Estado de oxidación del carbono).

La detección y seguimiento inicial de los contaminantes se realizara mediante cromatografía líquida, UHPLC (MERCK-HITACHI D-7000 HPLC equipado con un detector Diode Array y automuestreador); Cromatografía de Gases (GC), Shimadzu GC-17 y Espectrometría de masas acoplada a cromatografía de Gases: GCMS-QP2010 Shimadzu. Para detección de algunos intermedios y de productos finales inorgánicos se utiliza la espectrometría de Masas acoplada a cromatógrafo de gases (GC-MS) y la cromatografía iónica (IC), (Merck-Hitachi, detector conductimétrico L-7400). Para determinaciones complementarias se emplea un tensiómetro (Kruss), un espectrofotómetro UV- Visible (CECIL 3000), electrodos de ión selectivo y técnicas de análisis cualitativo convencionales. Las variaciones en la toxicidad de las muestras tratadas se estudiarán mediante diferentes técnicas analíticas en función del posible destino final de los efluentes tratados. La Caracterización mediante técnicas de fluorescencia e Infrarrojo se realiza empleando un fluorímetro modular QuantaMaster de PTI con excitación (Ex) por lámpara de Xe de emisión continua y detector contador de fotones o analógico, monocromadores para excitación y emisión, con corrección de espectro en ambos. Para el seguimiento de las muestras tratadas y para poder obtener información estructural básica de los contaminantes de la mezcla se empleara un espectrofotómetro de IR por transformada de Fourier.

Para el estudio toxicológico del efecto de los lixiviados de vertederos (antes y después de los PAOs aplicados) sobre diferentes tipos de organismos presentes en los ecosistemas a los que puedan ser vertidos se propone una batería de tests ecotoxicológicos para identificar los peligros de las aguas residuales, antes, durante y al final de su tratamiento de depuración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de seleccionar el mejor proceso de oxidación avanzada y optimizar las variables que intervienen en cada uno de ellos, hasta el momento se han realizado un total de 30 experimentos, 15 para el proceso foto-Fenton y 15 para el de ozono. En ambos casos se parte de un diseño experimental tipo Dohelert con tres factores y tres puntos centrales. Con los resultados obtenidos en la degradación de los contaminantes se calculó el tiempo necesario para degradar el 90% de los mismos.

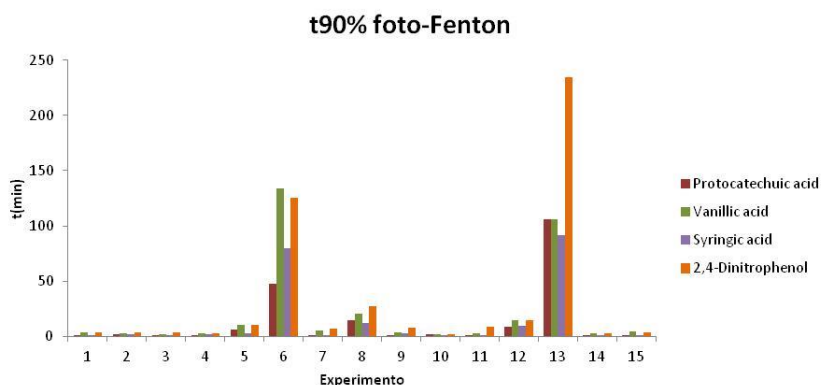


Figura 1. Tiempo para degradar el 90% de cuatro de los 8 contaminantes en cada uno de los experimentos llevados a cabo para foto-Fenton.

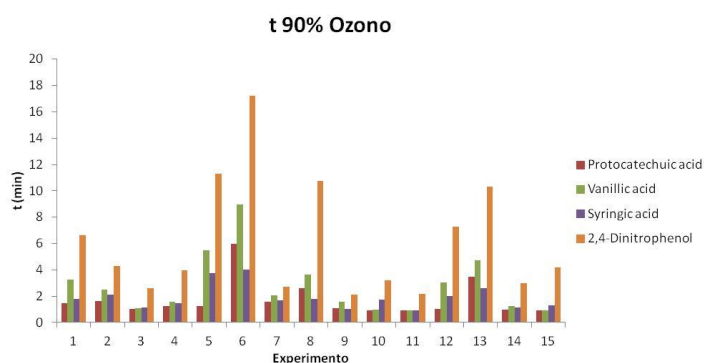


Figura 2. Tiempo para degradar el 90% de cuatro de los 8 contaminantes en cada uno de los experimentos llevados a cabo para ozono.

Seguidamente se realizó el análisis estadístico de los resultados; para ello se escogió el contaminante 2,4-dinitrofenol puesto que, es el que más tiempo tarda en degradarse y del que más datos se obtienen.

En cuanto la evaluación de los riesgos ambientales, hasta la fecha se han realizado ensayos de toxicidad en dos organismos: un microcrustaceo: *Daphnia Magna* y un

alga: *Pseudokirchneriella subcapitata*. Para las muestras sin tratar y tratadas con foto-Fenton a diferentes tiempos.

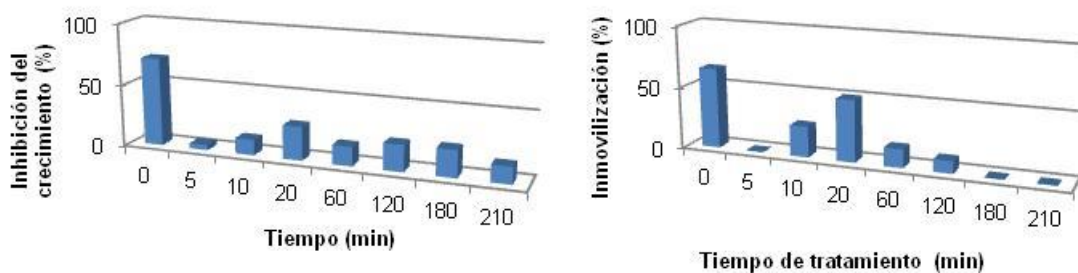


Figura 3. Izquierda: % de inhibición del crecimiento del alga *P. Subcapitata* para muestras tratadas mediante foto-Fenton a diferentes tiempo. Derecha: % de inmovilización del microcústáceo *D. Magna* para muestras tratadas mediante foto-Fenton a diferentes tiempo.

Como podemos observar el tratamiento ha resultado ser eficaz en todos los casos, ya que ha permitido la completa detoxificación de las muestras.

CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se pretende obtener el mejor tratamiento de aguas complejas combinando los diferentes PAOs ensayados y los procesos biológicos de forma que se reduzcan costes y aumente la eficiencia del tratamiento. Por otro lado, a través de diferentes baterías de bioensayos se pretenden evaluar los tratamientos llevados a cabo con el fin de garantizar la completa detoxificación y la adecuada calidad del efluente. Por último se pretende emplear los residuos sólidos urbanos como fuente de sustancias bio-orgánicas (BOS) capaces de participar en procesos biocatalíticos. De este modo se conseguiría procesos más sostenibles, pues se estaría revalorizando un residuo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la financiación al Ministerio de Economía y Competitividad (Proyecto CTQ2012-38754-CO3-02). Sara García le agradece la concesión de la beca FPI (convocatoria 2012, CTQ2012-38754-CO3-02).

REFERENCIAS

- [1] Gomis, J., Bianco Prevot, A., Montoneri, E., González, M.C., Amat, A.M., Mártire, D.O., Arques, A., Carlos, L. (2014). Waste source bio-based substances for solar-driven wastewater remediation: Photodegradation of emerging pollutant. *Chemical Engineering Journal*. 235, 236-243.
- [2] Gomis, J., Carlos, L., Bianco Prevot, A., Teixeira, A.C.S.C., Mora, M., Amat, A.M, Vicente, R., Arques, A. (2014). Bio-based substances from urban waste as auxiliaries for solar photo-Fenton treatment under mild conditions: Optimization of operational variables. *Catalysis Today*. 240 (1), 39-45.
- [3] Malato, S., Fernández-Ibáñez, P., Maldonado, M.I., Blanco, J., & Gernjak, W. (2009). Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: Recent overview and trends. *Catalysis Today*. 147 (1), 1-59.

Aumentando las prestaciones de nanopigmentos naturales con nanoarcillas modificadas.

B. Micó-Vicent⁽¹⁾, E. Baena-Murillo⁽¹⁾, M. Lucena, E. Gilabert⁽¹⁾, R. Balart⁽²⁾, F.M. Martínez-Verdú⁽¹⁾

*(1) Departamento de Óptica Farmacología y Anatomía, Grupo de Visión y Color,
Facultad de ciencias, Universidad de Alicante
Carretera San Vicente del Raspeig s/n - 03690 San Vicente del Raspeig (Alicante)
e-mail: barmivi@eio.upv.es*

*(2) Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales,
Escuela politécnica superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia
Plaza –Ferrandiz-Carbonell, s/n 03801 Alcoy (Alicante)*

RESUMEN

Los nanopigmentos son compuestos híbridos formados por colorantes orgánicos, adsorbidos en nanoarcillas de distintas estructuras. En este trabajo se han empleado dos clases de nanoarcillas laminares, la Montmorillonita de intercambio catiónico, y la Hidrotalcita de intercambio aniónico. El objetivo de este trabajo ha sido la búsqueda de la combinación óptima de la proporción de distintos modificadores orgánicos en el proceso de síntesis que garantice la máxima adsorción de tres colorantes orgánicos de origen natural: “*cooper-chlorophyllin*” Cl.75810, “*b-carotene*” Cl.75130 y “*beetroot red*” Cl.75840. Mediante un diseño de experimentos de Taguchi ha sido posible determinar que el empleo de tensoactivos junto con un agente de acoplamiento 3-aminopropyltriethoxysilane, garantiza la máxima de adsorción de estos colorantes en ambas clases de nanoarcillas.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones entre colorantes orgánicos y diferentes clases de arcillas se han estudiado desde hace décadas. La civilización de los Mayas empleaban silicatos tipo paligosquita y el colorante natural índigo, para obtener el famoso azul maya, que se encuentra aún intacto en las ruinas que quedan de esta cultura. De ahí el interés por comprender los efector de la interacción entre el material inorgánico y orgánico y replicar y optimizar esta clase de pigmentos [1, 2].

Las Montmorillonitas son las más abundantes en el grupo de las esmectitas. Estas arcillas tienen una estructura que consiste en dos tipos de capas, las tetraédricas de silicio y octaédricas de alúmina. La sustitución de un aluminio trivalente por metales de menor valencia, da como resultado una carga neta negativa en el cristal. Esto se compensa incorporando cationes en la superficie de la arcilla. Además estas arcillas tienen la propiedad de hincharse cuando se dispersan y la de intercambiar los cationes de su superficie por los que se encuentren disueltos en el medio de la dispersión [3, 4]. Aprovechando estas propiedades y las de los bordes de las capas de arcilla cuya carga cambia en función de las condiciones de la dispersión, se han modificado esta clase de sólidos con distintas clases de compuestos [5]. En este trabajo se buscará maximizar la adsorción de diversos colorantes naturales en esta clase de sólidos, mediante la combinación de modificadores y el cambio de pH en la síntesis.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Materiales y síntesis

Se emplearon dos clases de nanoarcillas: la montmorillonita (M) de intercambio catiónico con nombre comercial *Gel White*® de Southern Clay Products, y la Hidrotalcita (H) de intercambio aniónico, *hydrotalcite BioUltra, anhydrous*, $\geq 99.0\%$ de Sigma-Aldrich. Se utilizaron tres colorantes naturales de Sensient®, el verde con nombre comercial, Napture Col Green-LC712. *cooper-chlorophyllin*, Cl.75810, el naranja Napture Col Orange-LC217 b-carotene Cl.75130 y el Napture Col Red-LC313 *beetroot red* Cl.75840. Para la modificación previa de las nanoarcillas, se emplearon dos clases de tensoactivos, el bromuro de cetilpiridinio (CPB) y el dodecil sulfato sódico (SDS), un mordiente el alumbre de potasio y un silano el 3-aminopropiltriethoxisilano, todos de Sigma Aldrich.

El método de síntesis de nanopigmentos consistió en primer lugar en la agitación vigorosa (1500 rpm) de las dispersiones de nanoarcillas (33.4g/L) con agua y etanol (50/50), durante 24h. Posteriormente se procedía a ajustar el pH en caso de ser necesario con HCl, y entonces se añadían los modificadores en el siguiente orden: tensoactivo, mordiente y silano. Alcanzando entre los tres un máximo del 3% con respecto a la masa de nanoarcilla. Cada modificación se realizó agitando durante 1h a 1500rpm, y después 1h a 300rpm. Entonces se pasó a la adición de los colorantes en disolución [0.01M]. La concentración de colorante fue del 14% excediendo la capacidad de intercambio catiónico de la Montmorillonita. El conjunto se mantuvo 4 h a 1500rpm, y 20h a 300rpm. Se separó el sobrenadante mediante centrifugado a 8500rpm y se dispersó el sólido en pasta manteniéndolo en agitación orbital 30 min. Este proceso de lavado se repitió hasta observar el sobrenadante limpio. El disolvente separado se midió en un espectrofotómetro UV-Visible Jasco V650, para determinar la concentración de colorante en el mismo, y calcular la proporción de colorante adsorbido.

Diseño experimental

El objetivo del trabajo fue maximizar la concentración de los tres colorantes naturales en dos clases de nanoarcillas. Para ello se planteó un diseño experimental de Taguchi tipo L8, en el que la respuesta a maximizar fue el porcentaje de colorante adsorbido, y los factores fueron: nanoarcilla: Montmorillonita (M) o Hidrotalcita (H), pH de la dispersión ácido (3-4) o Natural, y la presencia o ausencia de los modificadores quedando el siguiente plan experimental (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz experimental (L8), con los niveles de cada factor.

Nº	TENSIOACTIVO	MORDIENTE	ARCILLA	PH	SILANO
1	1	-1	-1	1	-1
2	-1	-1	1	1	1
3	1	1	-1	1	1
4	1	1	1	-1	-1
5	1	-1	1	-1	1
6	-1	-1	-1	-1	-1
7	-1	1	-1	-1	1
8	-1	1	1	1	-1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proporción de colorante adsorbido en cada una de las condiciones experimentales planteada se encuentra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Porcentaje de colorantes naturales NG, NO y NR adsorbidos en cada una de las condiciones experimentales.

nº	%COL ADS		
	NG	NO	NR
1	66,04	71,02	88,73
2	75,66	63,39	83,64
3	73,35	69,69	88,22
4	86,89	68,11	86,13
5	89,45	45,71	82,71
6	100,00	99,25	98,96
7	100,00	98,40	99,30
8	94,37	67,74	87,06

El análisis de los resultados se realizó con el software Statgraphics Centurion. Para cada colorante se buscó el modelo en el que alguno de los factores o las interacciones buscadas entre ellos eran significativos.

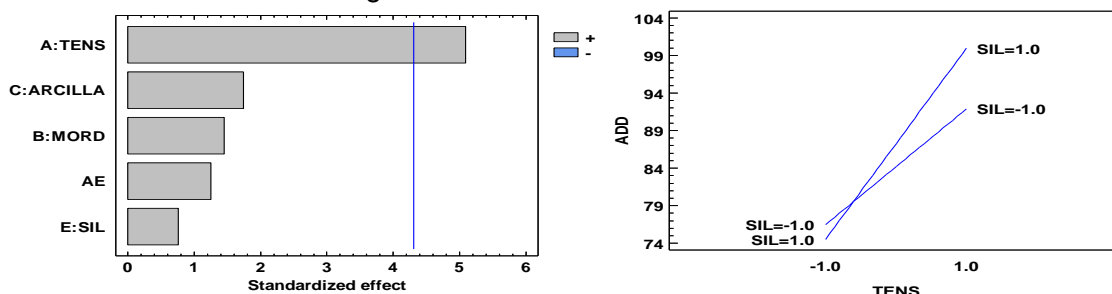


Figura 1. Análisis de resultados del diseño de experimentos con el colorante NG. A la izquierda el gráfico de Pareto con los efectos estandarizados, y a la derecha el gráfico LSD de las interacciones entre Tensoactivo y Silano.

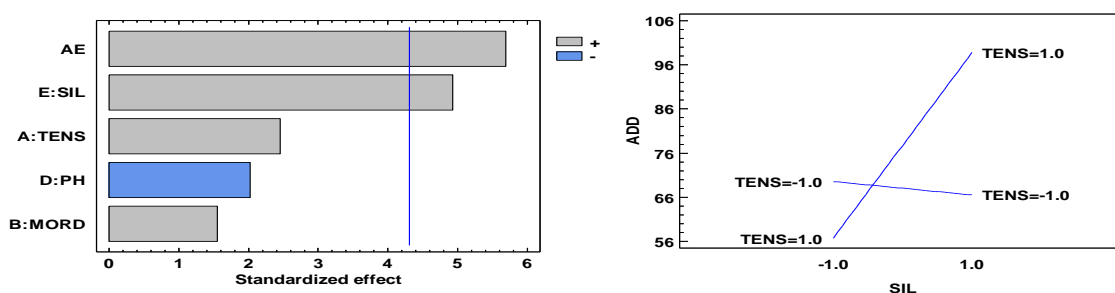


Figura 2. Análisis de resultados del diseño de experimentos con el colorante NO. A la izquierda el gráfico de Pareto con los efectos estandarizados, y a la derecha el gráfico LSD de las interacciones entre Tensoactivo y Silano.

Como se observa en el gráfico de Pareto de la **Figura 1** en el colorante NG, sólo en tensoactivo es significativo, aunque se puede ver el efecto su interacción con el silano en el gráfico LSD. Además en los colorantes NO (

Figura 2) y NR (Figura 3), sí son significativos el silano y la interacción entre este y el tensoactivo. Los niveles óptimos cambian según colorante aunque en los factores significativos coinciden en los tres casos.

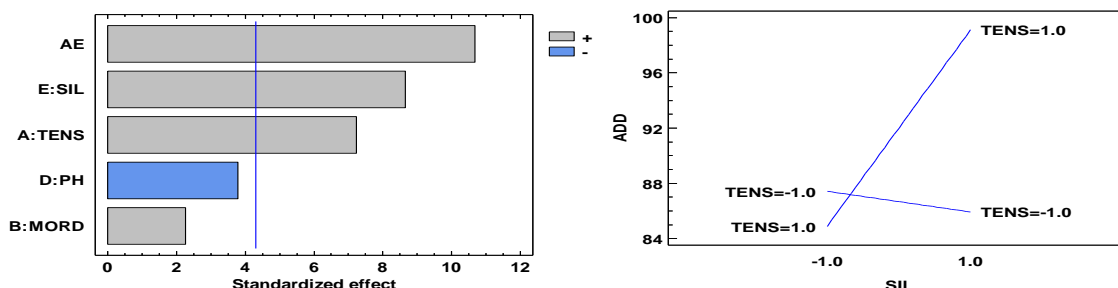


Figura 3. Análisis de resultados del diseño de experimentos con el colorante NR. A la izquierda el gráfico de Pareto con los efectos estandarizados, y a la derecha el gráfico LSD de las interacciones entre Tensoactivo y Silano.

CONCLUSIONES

Mediante el diseño de experimentos de Taguchi L8, ha sido posible determinar la eficacia del empleo de tensoactivos en arcillas de intercambio aniónico y catiónico, y además de su combinación con agentes de acoplamiento tipo silano, con el fin de maximizar la cantidad de los colorantes naturales. Con esto se obtendrán nanopigmentos naturales de altas prestaciones con elevado rendimiento colorimétrico, y se evita a su vez el desperdicio de materia colorante en el sobrenadante, con el consecuente problema de eliminación o almacenamiento posterior. La herramienta del diseño experimental demuestra ser potente y útil para evaluar un número elevado de factores y niveles, e incluso algunas interacciones en esta clase de procesos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) por la concesión del proyecto DPI2011-30090-C02-02.

REFERENCIAS

- [1] Domenech, A., M. Teresa Domenech-Carbo, and M. Luisa Vazquez de Agredos-Pascual, *From Maya Blue to "Maya Yellow": A Connection between Ancient Nanostructured Materials from the Voltammetry of Microparticles*. Angewandte Chemie-International Edition, 2011. **50**(25): p. 5740-5743.
- [2] Hu, Z., et al., *Nanocolorants: A novel class of colorants, the preparation and performance characterization*. Dyes and Pigments, 2008. **76**(1): p. 173-178.
- [3] Al-Futaisi, A., A. Jamrah, and R. Ai-Hanai, *Aspects of cationic dye molecule adsorption to palygorskite*. Desalination, 2007. **214**(1-3): p. 327-342.
- [4] Ceklovsky, A., et al., *Effect of the layer charge on the interaction of porphyrin dyes in layered silicates dispersions*. Journal of Luminescence, 2009. **129**(9): p. 912-918.
- [5] E. Baena-Murillo, B.Micó-Vicent, F.M. Martínez-Verdú, *Method for the synthesis of nanostructured hybrid pigments having properties that can be syntonized*, in *ES2421303 (A1)*, U.d. Alicante, Editor 2013.

Estudio de la absorción acústica de paneles de Etilen-Vinil-Acetato (EVA) utilizados como paramentos en edificación

J.M. Gadea, E. Juliá, J.G. Segura

Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras (DMMCTE)

Universitat Politècnica de València

Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)

e-mail: jmgadea@mes.upv.es

RESUMEN

El Etilen-Vinil-Acetato (EVA) es un material que puede utilizarse como cobertura de paramentos en edificación. Las actuales restricciones acústicas incluyen el acondicionamiento acústico de la sala donde se produce el sonido. Para ello un material con alta absorción acústica evita reverberaciones y rebaja la amplitud de la presión sonora en la sala. En este estudio se determina la absorción acústica de distintas muestras de EVA mediante los métodos indicados por la norma ASTM E1050-10 [1]. Los resultados demuestran la influencia de la densidad y del espesor en el comportamiento como absorbente acústico del EVA aunque en relación con otro tipo de materiales, su comportamiento como absorbente acústico no es demasiado bueno.

INTRODUCCIÓN

Existe un gran número de aplicaciones del EVA, ya que sus características y comportamiento pueden variar mucho en función de su composición química. Para realizar este trabajo se utilizan muestras de EVA con un contenido de Acetato de Vinilo del 20% obteniéndose materiales con características adecuadas a su uso como suelo de gimnasios o pistas deportivas o para cubrir paramentos. Desde el punto de vista acústico, el coeficiente de absorción acústica está relacionado con el acondicionamiento de la sala donde se emite sonido. El primer trabajo propuesto para la determinación del coeficiente de absorción fue el de J.S. Bolton [1]. Este autor basó su trabajo en la normativa ASTM E1050 [2] y amplió la metodología de determinación de este coeficiente y de otros parámetros acústicos, siendo Doutres [3] quien siguió investigando en el uso de dos y tres micrófonos para la determinación de dicho coeficiente.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Materiales

El EVA es un material copolimerizado con una distribución aleatoria a lo largo de su estructura. Sus propiedades son función del nivel de acetato de vinilo. Los copolímeros con contenido de acetato de vinilo bajo (2-10%) tienen propiedades similares a las del polietileno de baja densidad. Cuando el contenido de acetato de vinilo se eleva, disminuye la dureza. Las aplicaciones dependen del nivel de acetato de vinilo, y en nuestro caso las muestras contienen un 70% del mismo.

Para obtener productos de EVA se puede usar prácticamente cualquier sistema de procesado en estado fundido. Principalmente pueden usarse extrusión, inyección, moldeo por soplado, la formación de espuma, la soldadura y reticulación.

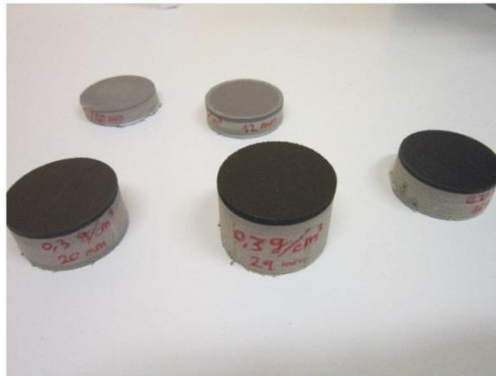


Figura 1. Muestras de distinto espesor y densidad

Los materiales de EVA estudiados en el trabajo, se ha fabricado en cuatro fases:

- Pesado de los componentes.
- Mezclado de los componentes
- Prensado de la mezcla.
- Acabado del producto.

La Tabla 1 indica las densidades y espesores de las diez muestras de EVA estudiadas.

Tabla 1. Densidades y espesores de las muestras de EVA.

MATERIAL	DENSIDAD (kg/m ³)	ESPESOR (m)
Muestra 1	360	0.01
Muestra 2	300	0.01
Muestra 3	230	0.01
Muestra 4	200	0.01
Muestra 5	130	0.01
Muestra 6	300	0.029
Muestra 7	300	0.020
Muestra 8	300	0.016
Muestra 9	300	0.012
Muestra 10	300	0.01

Coefficiente de absorción del sonido

El coeficiente de absorción de sonido (α) es la relación entre la energía absorbida por la superficie del material y la energía acústica incidente para una onda plana, y es una de las características más importantes para un material desde el punto de vista del acondicionamiento acústico. Se define como:

$$\alpha = 1 - |r|^2 = 1 - r_r^2 - r_i^2 \quad (1)$$

siendo r el coeficiente de reflexión, r_r el componente real del coeficiente de reflexión y r_i el componente imaginario del coeficiente de reflexión. El coeficiente de reflexión se define como:

$$r = \frac{H_{12} - H_i}{H_R - H_{12}} \cdot e^{2jk_0 x_1} \quad (2)$$

siendo H_{12} , la función de transferencia entre los micrófonos 1 y 2 (ver figura 2), H_R la parte real de H_{12} y H_i la parte imaginaria de H_{12} .

Procedimiento y aparato

Según la norma ASTM E1050-10 [1], el equipo para medir el coeficiente de absorción acústica consiste (Figura 2) es un tubo con una sección circular constante. La muestra se encuentra en un extremo (1) del tubo y en el otro extremo una fuente de sonido (5). La fuente de sonido genera ondas que llegan planas a los micrófonos (2) que situados cerca de la muestra, miden las presiones acústicas. Con los registros de cada micrófono se determina la función de transferencia, que permite calcular el coeficiente de reflexión complejo, el coeficiente de absorción acústica y la impedancia acústica.

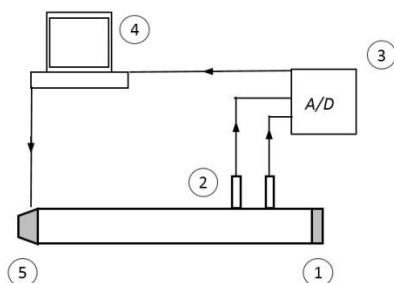


Figura 2. Esquema del tubo de impedancia para medir el coeficiente de absorción acústica.

El rango de frecuencias en el que es válida la determinación del coeficiente de absorción acústica se calcula según norma [1] y es función de la distancia entre micrófonos, en nuestro caso de 30 mm, y del diámetro interior del tubo (40 mm), resultando de 429 Hz la frecuencia inferior y 4290 Hz la frecuencia superior. El tubo de impedancia debe tener una longitud suficiente para que las ondas lleguen planas a los micrófonos y la muestra. Los micrófonos utilizados son modelo GRAS 40AO y el sistema de adquisición de datos una tarjeta NI-9233.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 3 muestra la influencia de la densidad en el valor de la absorción acústica para especímenes de EVA de 10 mm de espesor. Los coeficientes de absorción obtenidos son bajos para todas las densidades en todo el rango de frecuencia, sobre todo si comparamos con materiales porosos específicos para este uso. Sin embargo, a ciertas frecuencias, dicho coeficiente se incrementa y llegan a ser apreciables las diferencias entre distintas densidades, detectándose que la absorción disminuye según aumenta la densidad del material.

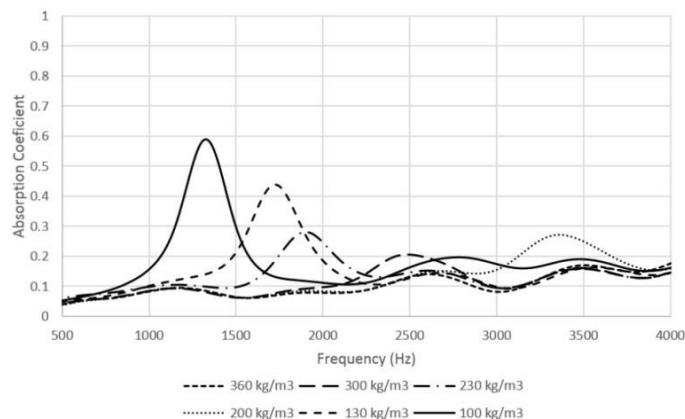


Figura 3. Coeficiente de absorción acústica de muestras de 10 mm de espesor y varias densidades

La Figura 4 muestra la influencia del espesor en el coeficiente de la absorción de sonido en las muestras de EVA de densidad de 300 kg/m^3 . Las variaciones del espesor no muestran una tendencia clara en el coeficiente de absorción acústica.

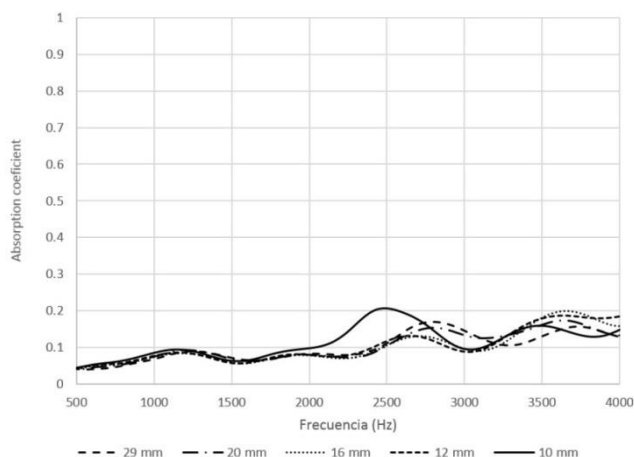


Figura 4. Coeficiente de absorción acústica para densidad fija y distintos espesores

CONCLUSIONES

En general, las muestras de EVA estudiadas presentan bajos coeficientes de absorción. Este resultado se explica por la estructura superficial de poros cerrados que confiere altos coeficientes de reflexión del sonido. Los resultados nos dan una información útil que permite concluir que estos materiales no son adecuados para acondicionamiento acústico.

Sin embargo también se puede decir que para las densidades más bajas hay picos de absorción a ciertos intervalos de frecuencia. En cambio no se puede concluir que el espesor tenga incidencia en el comportamiento absorbente de estas muestras.

Por lo tanto, en trabajos futuros deberían variarse las estructuras superficiales y comprobar su mayor o menor importancia en el comportamiento acústico del material.

REFERENCIAS

- [1] Bolton JS, Yun RJ, Pope J, Apfel D. Development of a new sound transmission test for automotive sealant materials. SAE Trans J Pass Cars, 1997, (106), 2651-2658.
- [2] ASTM E1050-10. Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials Using a Tube, Two Microphones and a Digital Frequency Analysis System (2010).
- [3] Olivier Doutres, Yacoubou Salissou, Noureddine Atalla, Raymond Panneton. Evaluation of the acoustic and non-acoustic properties of sound absorbing materials using a three-microphone impedance tube. Applied Acoustics 71 (2010) 506-509.

COMUNICACIONES EN POSTER

Encapsulación mediante Spray Drying de aceite esencial de rosa mosqueta

M. Ferrándiz, M. Muñoz

*Grupo de Investigación en Biotecnología (Grupo BIO)
Instituto Tecnológico Textil (AITEX), Plaza Emilio Sala 1, Alcoi (Alicante)
e-mail: mferrandiz@aitex.es*

RESUMEN

En la actualidad, el uso de cosméticos sobre la base de productos naturales ha alcanzado gran importancia. El aceite esencial de rosa mosqueta, por su contenido en ácidos grasos insaturados (linoleico y linolénico), es un buen producto natural para ser incorporado en un preparado dermocosmético. El empleo del secado por atomización (Spray Drying) como técnica de microencapsulación permite una liberación controlada, tratándose de un procedimiento sencillo y de bajo costo.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto pretende abordar la síntesis de microcápsulas, cuyo principio activo es aceite esencial de rosa mosqueta, a partir de la comparación de dos proteínas como material de cubierta: el aislado de proteína de soja (SPI) y el caseinato sódico. Se empleó la técnica de microencapsulación por Spray Drying, y se añadió también como material encapsulante auxiliar a ambas proteínas maltodextrina DE 16.5-19.5 para mejorar su solubilidad en agua.

El rosa mosqueta es un arbusto silvestre que se encuentra principalmente en algunas zonas de la Patagonia, en Chile y en Perú. Si se considera que la cascarilla de mosqueta deshidratada es un producto de exportación en países como Chile, que deja como subproducto la semilla y, pensando en la necesidad de lograr un aprovechamiento integral de esta materia prima, se puede partir de ella para obtener un aceite que incorporado a tratamientos de uso tópico permiten la regeneración de tejidos [1].

El contenido de este aceite en ácidos grasos esenciales (AGE) poliinsaturados es muy elevado (80%), siendo estos nutrientes muy importantes en muchos procesos fisiológicos y bioquímicos del cuerpo humano, relacionados con la regeneración de tejidos y el crecimiento celular. Por tanto, sus usos y aplicaciones van desde la regeneración de tejidos dañados [2], hasta el retraso en la aparición de las líneas de envejecimiento prematuro, la prevención en la formación de arrugas y la recuperación de pieles afectadas por quemaduras o por un embarazo [3].

La técnica de encapsulación nos permite incorporar el aceite esencial, consiguiendo su protección del medio exterior y su posterior liberación controlada o gradual [4]. La aplicación futura de estas microcápsulas es su incorporación a una formulación cosmética con el fin de aprovechar las propiedades dermocosméticas del rosa mosqueta. De hecho, la utilización de microcápsulas en la industria cosmética se ha extendido notablemente en los últimos años, siendo éste un sector que resiste la actual crisis económica y representando el mercado cosmético español el quinto en importancia dentro de la Unión Europea [5].

MÉTODOS EXPERIMENTALES

El método de encapsulación empleado en este proyecto es el secado por atomización (también llamado secado por pulverización, por aspersión o Spray Drying). El principio del secado por aspersión es la producción de un polvo seco por medio de la atomización de una emulsión en una corriente de aire caliente en una cámara de secado [6]. El agua se evapora instantáneamente, permitiendo que el material activo presente en la emulsión, quede atrapado dentro de una película de material encapsulante.

Se obtienen así pequeñas cápsulas esféricas cuyo material de pared rodea el principio activo microencapsulado. Este método, además de su simplicidad, permite el control de los parámetros de calidad del producto así como especificaciones concretas y permite la producción de grandes cantidades en la operación continua. Los componentes de la emulsión son: maltodextrina DE 16.5-19.5, material encapsulante (SPI o caseinato sódico) y aceite esencial de rosa mosqueta como material a encapsular. La relación másica encapsulante/material a encapsular es 1:1. Además, se ha de desarrollar una optimización de las principales variables del proceso de secado por atomización:

- **Temperatura de entrada (T_{inlet})** – 140, 160, 180 °C.
- **Caudal de aire de atomización (F)** – 4 y 4.5 cm
- **Caudal del líquido de entrada (%B)** – 20 y 30%.
- **Caudal de aire de secado (%A)** – 60, 70 y 80 %.

Para realizar una caracterización morfológica de las cápsulas y determinar las variables óptimas del proceso se ha recurrido a la microscopía electrónica de barrido (SEM). En cuanto a la distribución de tamaños se ha empleado una técnica basada en la difracción de rayos láser mediante un analizador de tamaños de partículas (Mastersizer).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Microscopia Electrónica de Barrido

Las características morfológicas observadas mediante SEM son las siguientes. Todas las microfotografías corresponden a las cápsulas recolectadas en el colector del Spray Dryer (no en el ciclón, que sí que son contabilizadas para el cálculo del rendimiento de producción).

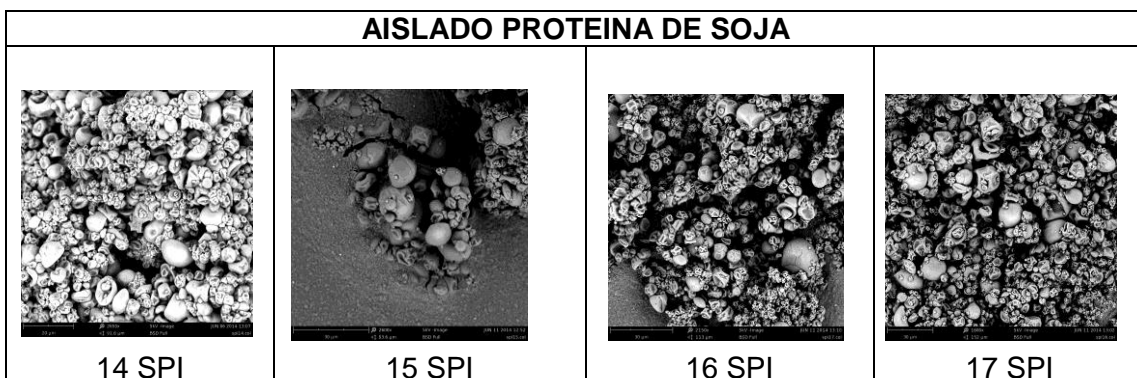


Figura 1. Microfotografías aislado proteína de soja

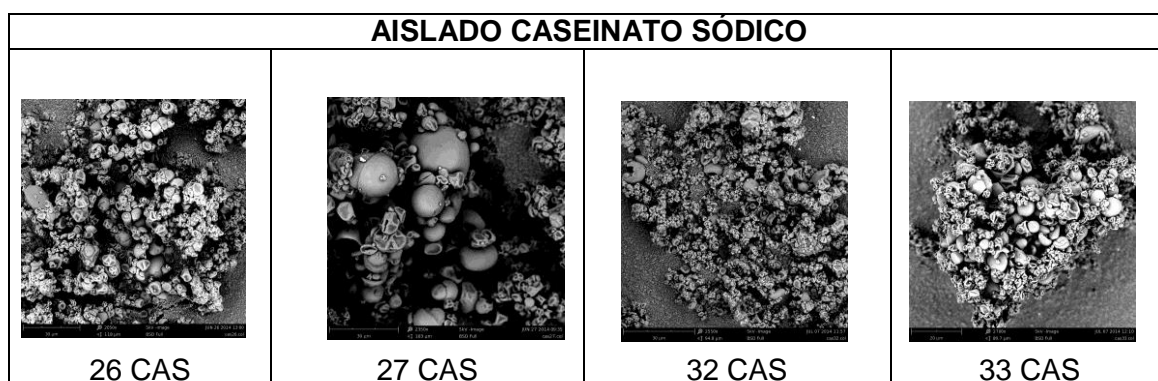


Figura 2. Microfotografías caseinato sódico

Matriz Secado por Atomización

Después de desarrollar dos matrices experimentales análogas (una para el SPI y otra para el caseinato sódico) con la combinación de las diferentes variables del proceso de secado por atomización, se seleccionaron cuatro casos para cada proteína en los que se observó que el rendimiento de producción era más alto.

El rendimiento de producción refleja el porcentaje de microcápsulas obtenidas con respecto de la cantidad total de material (material activo + material de pared) empelado. Se trata de un control fundamental desde el punto de vista económico, dado el elevado coste de la mayoría de materiales.

$$\text{Rendimiento producción} = \frac{\text{Cantidad microcápsulas obtenidas}}{\text{Cantidad total de material empleado}} \times 100$$

La matriz seleccionada con los rendimientos de producción obtenidos es:

Tabla 1. Condiciones Spray Dryer y rendimientos de producción

Referencia	Material encapsulante	T _{inlet} (°C)	F (cm)	%B	%A	RENDIMIENTO (%)
14 SPI	SPI	160	4	20	70	51.98
15 SPI	SPI	160	4	20	80	52.82
16 SPI	SPI	160	4	30	60	55.10
17 SPI	SPI	160	4	30	70	55.82
26 CAS	Caseinato sódico	180	4	20	70	59.03
27 CAS	Caseinato sódico	180	4	20	80	61.76
32 CAS	Caseinato sódico	180	4.5	20	70	67.77
33 CAS	Caseinato sódico	180	4.5	20	80	66.62

Analizador de tamaños de partículas

Mediante el equipo Mastersizer se han obtenido las siguientes distribuciones de tamaños (sólo en colector):

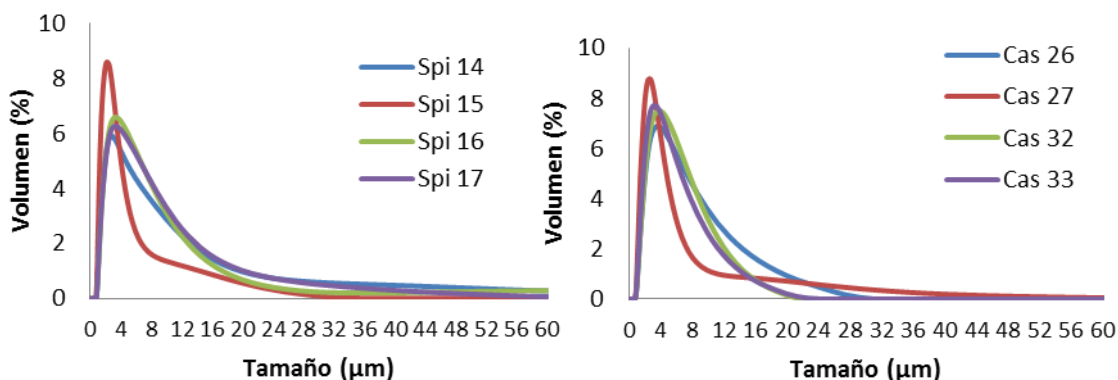


Figura 3. Distribución de tamaños encapsulación rosa mosqueta mediante (a) SPI (b) CAS

CONCLUSIONES

La morfología de las microcápsulas es irregular para ambas proteínas, lo cual no supone un problema puesto que ésta no será un factor determinante en la futura aplicación cosmética. En cuanto a la distribución de tamaños, sí se observa una homogeneidad en el diámetro, siendo SPI 15 y CAS 27 las que lo presentan menor, lo cual supone una ventaja para evitar un aspecto granuloso de la formulación. Finalmente, los rendimientos más elevados en el proceso se obtienen mediante el empleo de caseinato sódico como material encapsulante.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean mostrar su agradecimiento al IVACE (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial) por la financiación del presente proyecto (IMDEEA/2014/32) y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

También por su soporte técnico en el Proyecto a los siguientes expertos: R. Balart (*Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València e-mail: rbalart@mcm.upv.es*) y F. López (*Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València e-mail: malope1@iqn.upv.es*)

REFERENCIAS

- [1] Valladares J., Palma M., Sandoval C., Carvajal F. Crema de aceite de mosqueta. I parte: formulación, preparación y aplicación primaria en regeneración de tejidos. *Real Acad. Farm.* 1985, 51: 327-332
- [2] Cañellas M., Espada N., Ogalla J.M. Estudio del aceite de rosa mosqueta en cicatrices postquirúrgicas. Centre Podològic Barcelona. Universitat de Barcelona
- [3] Azón E., Hernández J., Mir E. Evidencia científica sobre el uso del aceite de rosa mosqueta en el embarazo: una revisión bibliográfica. *Medicina Naturista*, 2013.
- [4] Capablanca L. Evaluación de la adhesión y permanencia de microcápsulas sobre tejidos de algodón. Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, UPV 2008
- [5] Asociación Nacional de Perfumería y Cosmética. Datos del sector [en línea]: <http://www.stanpa.es/cms/13/Datosdelsector.aspx>
- [6] López Hernández O.D. Microencapsulación de sustancias oleosas mediante secado por aspersión. *Revista Cubana de Farmacia*, 2010, Vol.44 N.3

Desarrollo y caracterización de “wood plastic composites” con fibras de plumero de la pampa.

**A. Carbonell-Verdu, D. García-García, D. García-Sanoguera, T. Boronat,
N. Montanes, R. Balart**

*Instituto de Tecnología de Materiales (ITM),
Departamento de Ingeniería Mecánica y Materiales, Universitat Politècnica de València
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: alcarve1@epsa.upv.es*

RESUMEN

Debido a los altos costes económicos y a los riesgos ambientales de los productos derivados del petróleo en los últimos años hay una creciente tendencia en la investigación, desarrollo y fabricación de biocomposites. Los biocomposites son aquellos materiales en los que al menos uno de los componentes, ya sea la matriz o el refuerzo, proviene de origen renovable. En este estudio se ha utilizado como matriz un biopolímero de polietileno verde obtenido a partir de etanol de caña de azúcar y, como material de refuerzo se ha utilizado fibra de plumero de la pampa. Las propiedades mecánicas de los materiales compuestos se evaluaron mediante ensayos estandarizados de flexión y tracción. El comportamiento térmico del mismo mediante Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC). Para justificar el comportamiento mecánico se estudió la morfología de las muestras por microscopía electrónica de barrido (SEM).

INTRODUCCIÓN

El mayor volumen de residuos generados corresponde a materiales poliméricos, principalmente por sus amplias aplicaciones y su ciclo de vida corto, en sectores de alto consumo de materiales como envase, embalaje, juguetes, construcción, automóvil y médico [1]. Si se tiene en cuenta la procedencia petroquímica de esta importante familia de materiales y su carácter no biodegradable, se convierten en un potencial material a sustituir. Han propiciado la aparición de plásticos reforzados con fibras celulósicas “wood plastic composites” (WPC), impulsando la utilización de fibras, refuerzos o cargas de procedencia natural [2].

La matriz polimérica más ampliamente utilizada en estos WPC comerciales es el PE, seguido del PP y del PVC [3]. Estas matrices termoplásticas les aportan la facilidad de conformado y versatilidad de formas del producto final. Además, en comparación con la madera natural, los WPC presentan mayor estabilidad dimensional y mayor vida en servicio sin necesidad de mantenimiento.

La principal desventaja de los WPC que limita sus aplicaciones, es la falta de interacción entre la fibra lignocelulósica y la matriz polimérica. Debido al diferente comportamiento hidrofílico por parte de la fibra e hidrofóbico por parte del polímero, no hay una buena adhesión e interacción entre ambas. El comportamiento mecánico de los materiales compuestos depende directamente de la interfase matriz-fibra [4].

En el presente estudio se utiliza como fibra natural del WPC la denominada “Cortadeira Selloana” o “plumero de la pampa”. El residuo agroforestal se adiciona a una matriz termoplástica de Polietileno de origen renovable. El objetivo de este trabajo

es analizar la influencia de las cantidades relativas de fibra lignocelulósica adicionada al WPC. La caracterización de este material compuesto de origen renovable, permitirá validarlo como potencial WPC para aplicaciones tecnológicas.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Materiales Empleados WPC

El HDPE utilizado como matriz es el BioPE SHA7260 fabricado por Braskem (Braskem Ideasa, Sao Pablo, Brasil). Se trata de un grado de polietileno con contenido mínimo del 94% de origen renovable (ASTM D6866). Su índice de fluidez es de 20 g/10 min a 190° y una densidad de 0,955 g/cm³, por lo que es ideal para el moldeo por inyección. La fibra utilizada es la “Cortadeira selloana” o “plumero de la pampa”, figura 1, obtenida por poda y recolección en la zona litoral de la provincia de Valencia.



Figura 1. Plumero de la pampa o cortadeira selloana.

Proceso de obtención de los WPC

En primer lugar las fibras de “plumero de la pampa” son cortadas en un molino industrial para obtener fibras cortas. La longitud final de las fibras está entre 1 y 4mm. A continuación, se seca en estufa a 60°C durante 24 horas. El estudio del efecto de la cantidad de fibra corta de “plumero de la pampa” sobre las características del WPC, se realiza con tres cantidades: 7,5%, 15% y 30% de fibra sin tratamiento, en la matriz de polietileno como se observa en la figura 2.

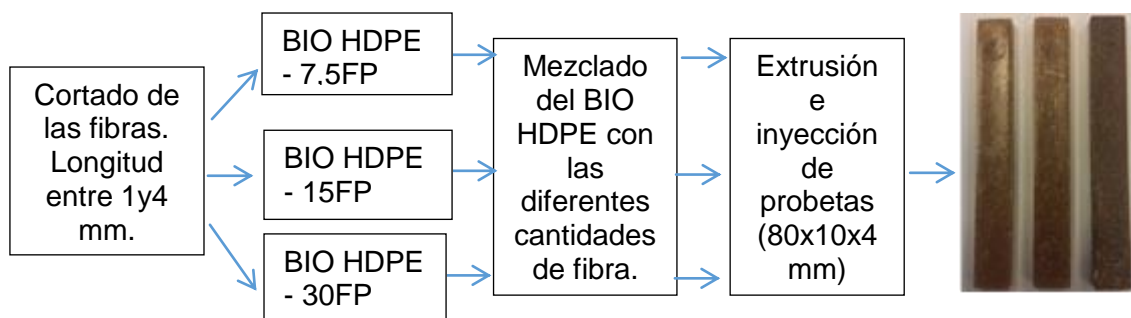


Figura 2. Esquema de la obtención de WPC BioPE /Fibra Plumero (FP) con cantidades de fibra distintas (7,5%, 15% y 30%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un primer estudio mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) sobre los WPC con diferentes cantidades de fibra: 7,5%, 15% y 30%, en la matriz de polietileno, nos permite obtener los principales parámetros térmicos de los WPC. La figura 3 muestra los termogramas DSC de los diferentes materiales compuestos BioPE-Fibra de plumero. El pico endotérmico correspondiente a la temperatura de fusión, se mantiene prácticamente constante con el aumento de la cantidad de fibra. La temperatura de degradación presenta un ligero aumento con la adición de fibra.

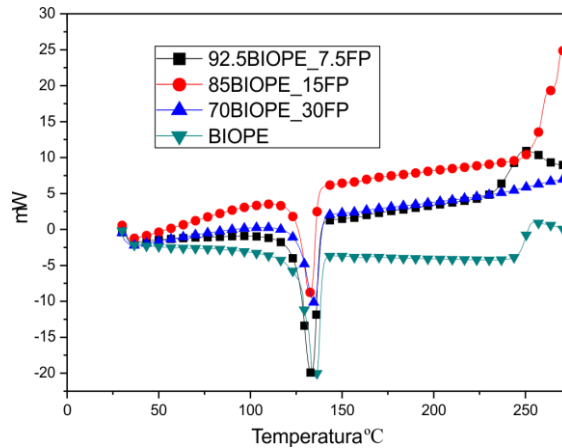


Figura 3. Termogramas DSC de BioPE / Fibra de Plumero (FP) con cantidades de fibra distintas (7,5%, 15% y 30%).

El efecto sobre la respuesta mecánica, del incremento de fibra de plumero en los WPC, se observa gráficamente en la figura 4. Respecto a los valores obtenidos para el módulo de elasticidad y módulo de flexión presentan un crecimiento progresivo con el aumento de la cantidad de fibra añadida. El módulo de elasticidad aumenta un 86% para un 30% de fibra de plumero respecto al BioPE sin fibras. Por otro lado, el módulo de flexión es algo más del doble para el WPC con un 30% de fibra de plumero en comparación con BioPE. Esto es debido a la importante mejora de la rigidez de los WPC obtenidos con fibra de plumero.

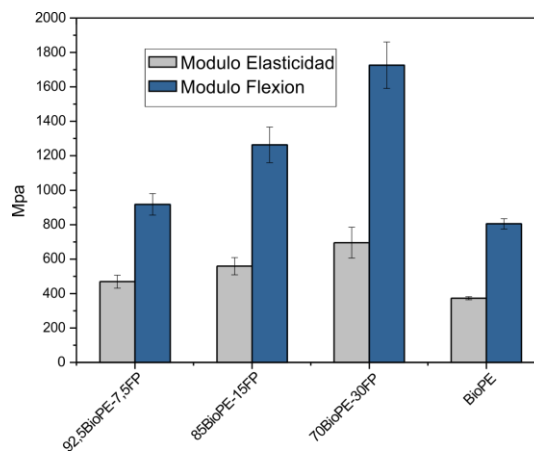


Figura 4. Propiedades mecánicas de BioPE / Fibra Plumero (FP) con cantidades de fibra distintas (7,5%, 15% y 30%).

En la figura 5 se observan las superficies de fractura BioPE/Plumero de la pampa con distintas cantidades de fibra. Estas morfologías se caracterizan por la falta de continuidad fibra-matriz alrededor del perímetro de la fibra. Morfológicamente se aprecia mayor densidad de fibras con el aumento de la cantidad de fibra adicionada, con una marcada dispersión de tamaños.

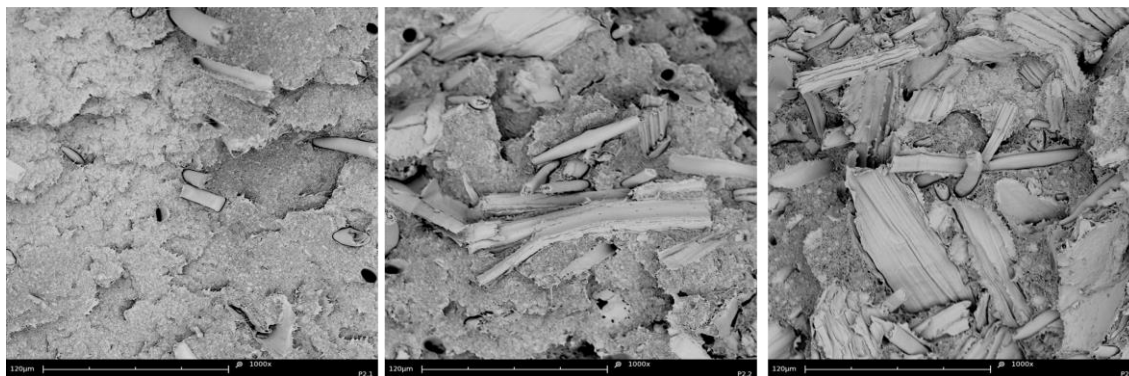


Figura 5. Superficies de fractura de tracción, 1000x, de BioPE / Fibra Plumero (FP) con cantidades de fibra distintas (7,5%, 15% y 30%).

CONCLUSIONES

El efecto de la cantidad de fibra de “plumero de la pampa” añadida al Biopolietileno, permite obtener un material compuesto con alta rigidez que aumenta progresivamente con el aumento de la cantidad de fibra. Los elevados valores del módulo elástico y del módulo de flexión para cantidades de fibra entre el 15% y 30%, que son prácticamente el doble de los que presenta el BioPE utilizado de matriz, los convierte en un material óptimo para aplicaciones sustitutivas de la madera. De esta forma, los materiales compuestos BioPE/Fibra Cortadeira seollana se pueden utilizar como WPC. Las ventajas que aportan son principalmente su naturaleza biodegradable, no contaminante, por su procedencia de fuentes renovables, y la utilización de un residuo agroforestal que permite su revalorización.

REFERENCIAS

- [1] Alves, C., Ferrao, P. M. C., Silva, A. J., Reis, L. G., Freitas, M., Rodrigues, L. B., Alves, D. E.: Ecodesign of automotive components making use of natural jute fiber composites. *Journal of Cleaner Production*, 18, 313-327 (2010)
- [2] Zahedi, M., Tabarsa, T., Ashori, A., Madhoushi, M., Shakeri, A.: A comparative study on some properties of wood plastic composites using canola stalk, Paulownia, and nanoclay. *Journal of Applied Polymer Science*, 129, 1491-1498 (2013).
- [3] Petchwattana, N., Covavisaruch, S., Chanakul, S.: Mechanical properties, thermal degradation and natural weathering of high density polyethylene/rice hull composites compatibilized with maleic anhydride grafted polyethylene. *Journal of Polymer Research*, 19, (2012).
- [4] TabkhPaz, M., Behraves, A. H., Shahi, P., Zolfaghari, A.: Procedure effect on the physical and mechanical properties of the extruded wood plastic composites. *Polymer Composites*, 34, 1349-1356 (2013).

Demostración de la aplicación de ciclodextrinas en el tratamiento de aguas residuales de la industria textil para recuperar y reutilizar los colorantes textiles.

E. Franco⁽¹⁾, M. Ferrándiz⁽¹⁾, L.M. Pérez⁽¹⁾, E. Núñez⁽²⁾, J.A. Gabaldón⁽²⁾, E. Pérez⁽³⁾, P. Cosma⁽⁴⁾, P. Fini⁽⁴⁾

(1) Asociación Investigación Textil (AITEK); (2) Universidad Católica de Murcia; (3) Colorprint Fashion S.L. (4) Dpto. Química Universidad Aldo Moro Bari.

RESUMEN

Los colorantes empleados en la industria textil se eliminan de las aguas residuales mediante diferentes tratamientos (floculación, enzimáticos, filtración...) de forma que se vuelven inutilizables. En este estudio se pretende demostrar la eliminación de estos colorantes de las aguas residuales de forma efectiva sin deteriorarlos para su posterior reutilización en nuevos procesos de tintura empleando ciclodextrinas como agentes encapsulantes.

INTRODUCCIÓN

La industria textil es una de las más contaminantes, especialmente el sector de tintura y acabado, que emplea grandes cantidades de agua contaminándola con una gran variedad de productos químicos. Los colorantes son problemáticos porque una parte importante (reactivos 20-50%) no se fijan al textil permaneciendo en el agua. Lo que provoca su contaminación a nivel visual, su baja degradación hace que permanezcan largos periodos y además existe el peligro de que su descomposición forme compuestos peligrosos para la salud.

En la actualidad existe un gran número de colorantes sintéticos debido a la especificidad de la fibra a la que tintan, unido a los continuos cambios de moda y a las diferentes marcas. Dada su importancia este problema ha sido tratado desde distintos aspectos: Los productores de colorantes desarrollan colores más concentrados, más específicos y menos contaminantes. Las empresas modifican sus maquinarias para emplear menos cantidad de agua, se intenta la reutilización del agua y se realizan diferentes tratamientos depurativos previos al vertido, pero no se ha conseguido una solución definitiva.

Las ciclodextrinas son oligosacáridos cíclicos formados por la descomposición del almidón. Están compuestas por unidades de α -D-[1,4] glucosa dando lugar a una estructura toroidal, rígida con una cavidad interior de volumen específico. Su peculiar estructura le confiere diferente polaridad: Hidrofóbica en el interior e hidrofílica en el exterior. Esta propiedad le permite formar complejos de inclusión con moléculas de tamaño compatible con la cavidad interna.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

En trabajos preliminares se seleccionaron las familias de colorantes a estudiar Directos (Celulósicas) y Dispersos (Poliéster) porque son colorantes que tintan las dos fibras más empleadas a nivel mundial, caracterizando tanto los colorantes como las aguas residuales. Se descartaron aquellas ciclodextrinas que no presentaban interacciones con los colorantes (α -CD, HP- α CD).

Las ciclodextrinas o sus derivados en forma individual pueden disociarse fácilmente de las moléculas huésped en dilución, limitando en gran medida sus ventajas. Una posible solución para superar este inconveniente es sintetizar dímeros o trímeros que pueden cooperar en la formación de complejos de inclusión o vincularse a estructuras más grandes llamadas polímeros de ciclodextrina.

Para este estudio de demostración se escogieron polímeros de Epicloridrina porque contiene un grupo epóxido y un halógeno, que pueden reaccionar con los grupos hidroxilo de la CD en la obtención de éteres (Figura 1), siendo más reactivo que otros epóxidos similares, debido al efecto inductivo del cloro. Además presentan la ventaja de que se regeneran fácilmente.

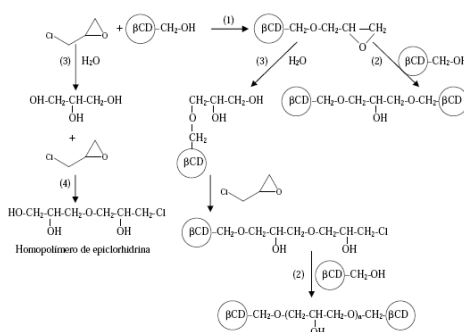


Figura 1. Esquema reacciones de policondensación.

Los polímeros de las distintas CDs con epicloridrina fueron sintetizados siguiendo el procedimiento descrito por Solms y Egly (1965), extendido por Komiyama et al. (1985) modificando la concentración del agente reticulante para obtener polímeros más estables mecánicamente.

Se escogió como segundo grupo polímeros con quitosano. El Chitosan puede ser utilizado como un material de base para los portadores magnéticos (Figura 2) siendo un poliaminosacárido biodegradable, biocompatible y bioactivo.

La formación de β -CD-quitosano, presenta una mejora en la estabilidad química y capacidad de adsorción. La formación de esta estructura, presenta ventajas en el proceso de separación siendo más rápido y simple ya que el complejo formado, se puede eliminar fácilmente del agua por un campo magnético externo, sin centrifugación adicional o etapa de filtración, lo que facilita el proceso de recuperación de los colorantes

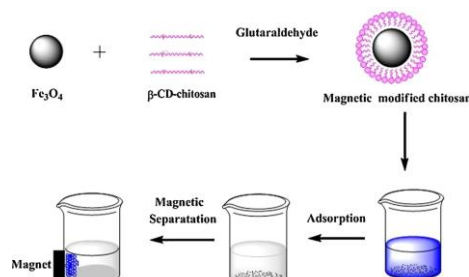


Figura 2. Esquema formación polímero Quitosano-Fe- β CD.

Una vez sintetizados los distintos polímeros con las distintas el procedimiento para acomplejar el colorante ha consistido en introducidos en las disoluciones de los

colorantes a 50° C durante dos horas, midiendo la absorbancia a distintos intervalos para determinar la capacidad de absorción.

Tras obtener los distintos complejos de inclusión (polímero CD + Colorante) se procedía a la tintura de los tejidos de algodón con ellos, sustituyendo la cantidad de colorante por el complejo polímero-CDs + colorante, en procesos habituales de tintura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Encapsulación de colorantes en las ciclodextrinas

En las Figura 3 y 4 se puede apreciar los resultados obtenidos con los distintos polímeros de epicloridrina y ciclodextrinas.

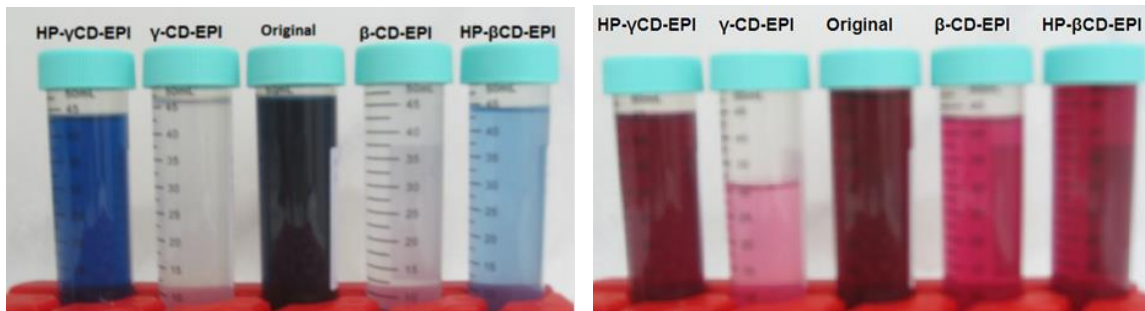


Figura 3. Eliminación de colorantes en polímeros de Epicloridrina con distintas CDs. Izq. Azul directo HT-4GL, Dcha. Rubí directo BL.

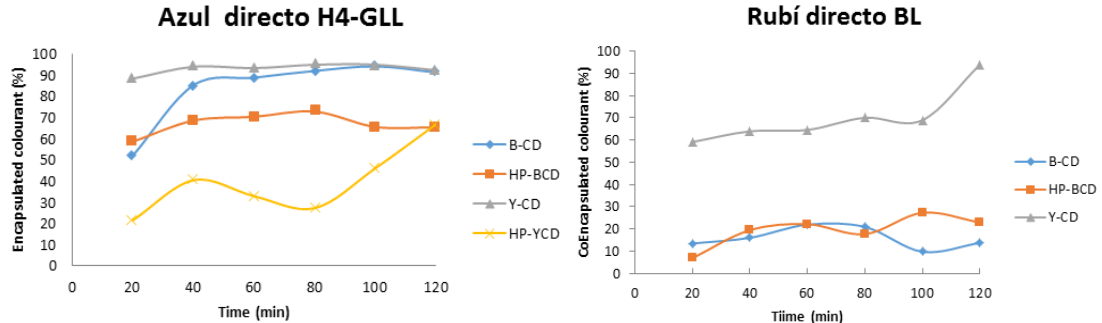


Figura 4. Gráfica comparativa de la capacidad de absorción de los distintos polímeros de Epicloridrina con distintas CDs. Izq. Azul directo HT-4GL, Dcha. Rubí directo BL.

En la tabla 1 se muestra el porcentaje de absorción de colorante obtenido entre los distintos polímeros y colorantes en estudio.

Tabla 1. Capacidad de absorción obtenida de los distintos polímeros.

Colorante	Capacidad de Absorción (%)			
	EPI-β-CDs	EPI-γ-CDs	EPI-HP-γ-CDs	Chitosan-Fe
Amlo 3R	81,5	94,5	90,1	----
Amlo Taurus	27,5	47,5	57,0	----
Azul HT-4GL	66,8	95,3	96,7	46,7
Gris HTGLL	54,7	98,6	92,6	59,3
Rubí BL	14,2	90,0	70,1	35,2

Tintura con colorantes encapsulados en CDs

Los tejidos fueron caracterizados determinando su espectro y coordenadas CIELAB y se compararon los resultados obtenidos para estudiar la efectividad entre las distintas CDs, así como su liberación en distintos uso. Se muestran dos de los colorantes estudiados por presentar distintos comportamientos.

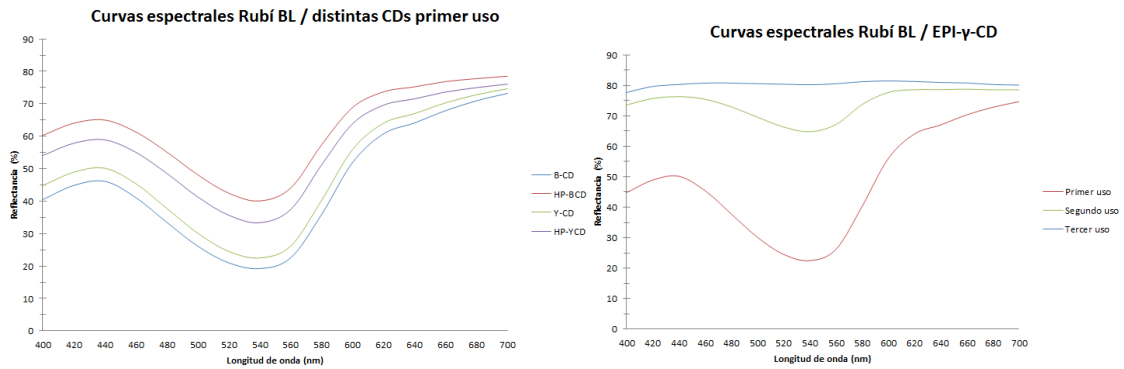


Figura 5. Gráfica comparativa de la capacidad de absorción de los distintos polímeros de Epicloridrina con distintas CDs. Izq. Azul directo HT-4GL, Dcha. Rubí directo BL.

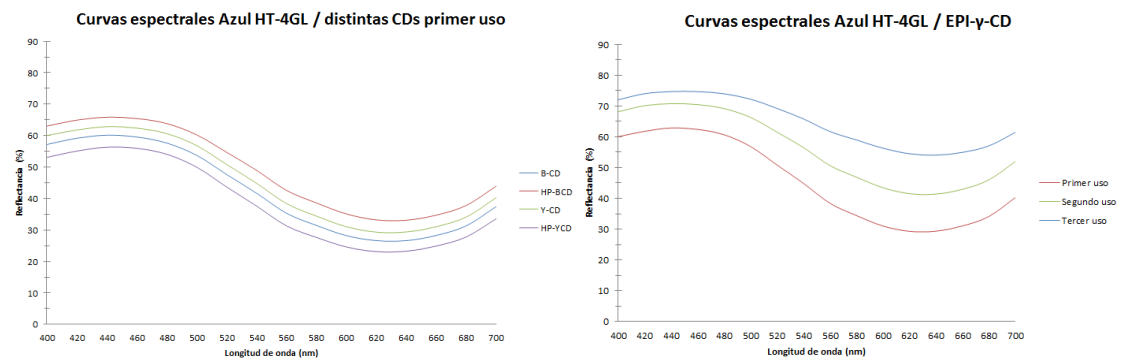


Figura 6. Gráfica comparativa de la capacidad de absorción de los distintos polímeros de Epicloridrina con distintas CDs. Izq. Azul directo HT-4GL, Dcha. Rubí directo BL.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado que es posible la eliminación de los colorantes en estudio de las aguas residuales industriales con ciclodextrinas con un éxito bastante elevado, especialmente en los polímeros formados con epicloridrina y la gamma-ciclodextrina.

Además se ha validado el uso de estos colorantes recuperados en nuevos procesos de tintura. El comportamiento de liberación del colorante durante la tintura es distinto dependiendo del colorante. Existen colorantes que se liberan en el primer uso mientras que otros se liberan de forma similar en estudio de forma que se observan liberaciones rápidas (en la primera aplicación) y liberaciones progresivas en las distintas tinturas realizadas.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se encuentra financiado por la Comisión Europea dentro del programa LIFE y se identifica con nº de expediente: LIFE12 ENV/ES/0000309.

Al soporte técnico proporcionado al proyecto por parte de los siguientes expertos: A. Rico, R. Balart, J.Lora de la Universidad Politècnica de València.

Optimización de las propiedades mecánicas del compuesto PLA/PCL para su aplicación como material biocompatible

J.M. Ferri⁽¹⁾, A. Carbonell-Verdú⁽¹⁾, N. Montanés⁽¹⁾, A. Jordá-Vilaplana⁽²⁾,
O. Fenollar⁽¹⁾

(1) Instituto de Tecnología de Materiales (ITM), Universitat Politècnica de València (UPV)
Plaza Ferrandiz y Carbonell 1, 03801, Alcoy, Alicante (Spain)

(2) Departamento de Ingeniería Gráfica (DIG), Universitat Politècnica de València (UPV)
Plaza Ferrandiz y Carbonell 1, 03801, Alcoy, Alicante (Spain)
e-mail: joferaz@upvnet.upv.es

RESUMEN

El uso actual de materiales para aplicación en biomedicina, concretamente para el sector protésico, está siendo condicionado, en los últimos años, por una serie de requisitos que no cumplen los materiales tradicionales. Éstos deben ser mecánicamente resistentes, rígidos con cierta elasticidad, biodegradables y/o bioabsorbibles por el medio fisiológico. Los composites base polimérica, en concreto las mezclas de PLA/PCL presentan características muy prometedoras para la fabricación de fijaciones de uso en biomedicina. El uso de este tipo de materiales conlleva beneficios tales como evitar segundas intervenciones quirúrgicas para retirar, una vez regenerado el hueso, las fijaciones o tornillos incorporados. El objetivo de este trabajo ha sido caracterizar los composites fabricados, obteniendo las propiedades mecánicas para adaptar éstos materiales a su futura aplicación como fijaciones necesarias en biomedicina para la reparación de roturas óseas.

INTRODUCCIÓN

Los esfuerzos realizados en las últimas décadas en desarrollar implantes o fijaciones con materiales biocompatibles (inertes para el cuerpo humano), que además sean mecánicamente resistentes, han sido muy intensos. A día de hoy se sintetizan una gran variedad de materiales con aplicación en el sector biomédico, entre ellos, los metálicos, cerámicos, poliméricos y combinaciones de éstos [1], obteniendo avances muy interesantes dentro de esta rama de la investigación. Dentro de los materiales metálicos, los que más han sido objeto de investigación son los de base Ti, siendo su aleación Ti6Al4V una de las más utilizadas comercialmente. También las aleaciones de CoCr, CoCrMo CoNiCrMo y Acero Inoxidable se utilizan para dicho fin. Estas aleaciones son biocompatibles pero, por si solas, no inducen a una regeneración del tejido óseo en las roturas óseas y se deben tratar superficialmente para mejorar la osteointegración. Algunos de los tratamientos utilizados y más extendidos para conseguir superficies bioactivas en implantes biocompatibles es mediante la incorporación superficial de péptidos. Para ello hay metodologías laboriosas como por ejemplo, la siguiente; limpieza superficial, funcionalización, silanización y la posterior inserción de péptidos [2]. Éstos actúan de puntos de nucleación para el crecimiento óseo, consiguiendo una diferenciación a favor de la producción de osteoblastos frente a osteoplastos, logrando en la mayoría de los casos buenos resultados de osteointegración. Este laborioso y costoso procedimiento es necesario realizarlo para hacer posible la regeneración del tejido óseo y así evitar un posible rechazo de los implantes. Las prótesis metálicas, por lo general, tienen una densidad y coste

elevados. Solamente las realizadas con Mg son livianas [4]. Sin embargo, la degradación de éste, a día de hoy, en el suero fisiológico es muy rápida y por lo tanto puede presentar problemas de estabilidad estructural y en consecuencia, un riesgo en la recuperación de la fractura ósea.

Por otra parte los materiales cerámicos tipo HAP también son buenos candidatos dentro de los posibles materiales a utilizar. La HAP es un biocristal que está presente, junto a la colágena, en los huesos del cuerpo humano y por ello son materiales con un gran poder de sustitución del hueso [3] que no presentan síntomas de rechazo en el medio fisiológico. El problema que estos materiales presentan es su alta fragilidad.

Es por ello que el sector de la medicina precisa, cada vez más, de materiales con propiedades mecánicas intermedias entre estos dos candidatos, con menores densidades y costes. Algunas aplicaciones, concretamente las fijaciones y tornillos, deberían ser biodegradables en el medio fisiológico y por tanto ser absorbidas, a la vez que crece tejido óseo sobre las roturas producidas en los huesos. Esto conlleva beneficios tales como evitar segundas intervenciones quirúrgicas para retirar, una vez regenerado el hueso, las fijaciones o tornillos incorporados. Esta necesidad puede ser cubierta por materiales poliméricos biodegradables y/o resorbibles, muy económicos y con resistencias específicas elevadas. Asimismo su fácil y rápida procesabilidad hacen muy atractiva la inserción de éstos en la fabricación de este tipo de implantes o fijaciones. Otra ventaja de los materiales poliméricos es la facilidad de añadir a éstos refuerzos y/o componentes osteoconductores, tipo fibras (celulosa), partículas de β -TCP, HAP, CaCO_3 o incluso nanotubos tipo sepiolita o halloysite, biocompatibles todos, aportándoles una doble funcionalidad. Los nanotubos de halloysite (HNT), son muy económicos y pueden ser recubiertos o infiltrados con algún tipo de fármaco, con el objeto de ser liberados a una velocidad controlada. Los elementos osteoconductores tipo HAP, CaCO_3 , etc, rigidizan los implantes y a su vez, actúan de puntos de nucleación donde se inicia la regeneración del nuevo tejido óseo debido a una demostrada producción masiva de osteoblastos.

Algunos de estos polímeros pueden ser el ácido poliglicólico (PGA), polibutileno succinato (PBS), poliesteramidas (PEA) así como el ácido poliláctico (PLA) o la policaprolactona (PCL). Estos dos últimos están en el punto de mira para ser utilizados por el sector biomédico y es por ello que la presente propuesta de trabajo se va a centrar en la fabricación de materiales compuestos biomiméticos y biodegradables con diferentes funcionalidades.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Materiales y su fabricación

El ácido poliláctico (PLA) utilizado es un polímero biodegradable fabricado a partir de ácido láctico obtenido de productos agrícolas con alto contenido en almidón. El grado utilizado es el Ingeo™ Biopolymer 6201D, usado para la matriz fue suministrado por la empresa NatureWorks LLC. Sus propiedades físicas son una densidad de $1,24 \text{ g/cm}^3$ y un índice de fluidez de 15-30 (g/10 min) a $210 \text{ }^\circ\text{C}$. Para disminuir la relativa fragilidad del PLA y para aumentar su velocidad de degradación se utiliza la policaprolactona (PCL), el grado Capa™6800 fabricado por Perstorp, con una densidad de $1,146 \text{ g/cm}^3$ y un índice de fluidez de 4-2,1 (g/10 min) a $160 \text{ }^\circ\text{C}$. Los dos polímeros se introdujeron en un horno a 45°C durante 24 horas con el fin de eliminar la humedad contenida. Este blend fue extruido y posteriormente inyectado para obtener las probetas de ensayo de cada una de las mezclas. Estas fueron; PLA, PLA/7,5PCL, PLA/15PCL, PLA/22,5PCL, PLA/30PCL.

Caracterización mecánica de los blends PLA/PCL.

Las propiedades mecánicas de los blends fabricados, en este caso los valores de tracción y dureza, se analizaron para evaluar el efecto de la PCL en la ganancia de ductilidad del PLA. Las propiedades de tracción de los diferentes blends fueron medidas mediante una máquina de ensayos universal Ibertest ELIB 30 (S.A.E. Ibertest, Madrid, España) a temperatura ambiente, de acuerdo con las normas ISO 527-5 e ISO 178 respectivamente, con una célula de carga de 5 kN y una velocidad del cabezal de 10 mm/min. Ambos ensayos se realizaron a cinco muestras de cada tipo de composite registrándose los valores medios obtenidos. Los valores de dureza Shore D de los composites obtenidos se obtuvieron mediante un durómetro Shore D modelo 673-D (Instrumentos J. Bot S.A., Barcelona, España) según la norma UNE-EN ISO 868.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante los ensayos de tracción se representan en las gráficas de la Figura 1.

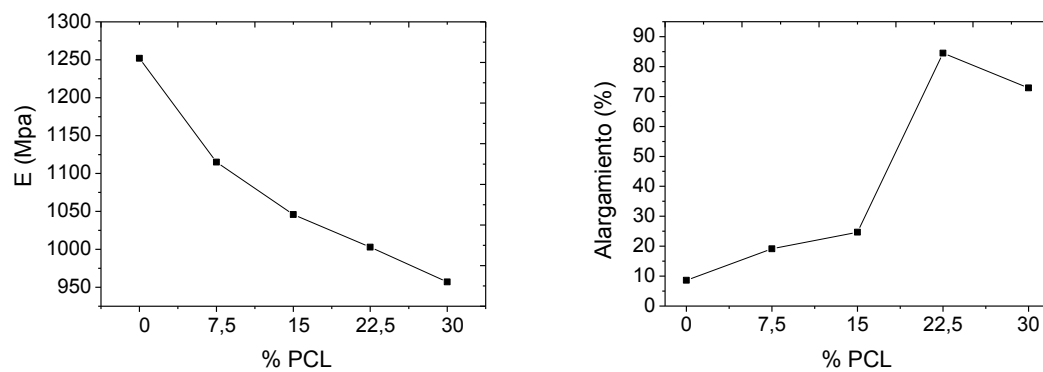


Figura 1. Valores del módulo elástico y alargamiento de los blends fabricados con PLA/%PCL.

En las gráficas de la Figura 1 se puede observar como incrementando el porcentaje de PCL, se disminuye el módulo elástico y se aumenta el alargamiento. Esto es cierto hasta ciertos porcentajes de PCL. A mayores porcentajes la ductilidad disminuye. Esto se debe a que el PLA y PCL son parcialmente miscibles.

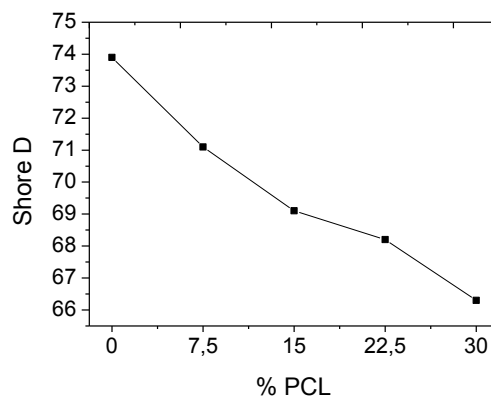


Figura 2. Valores de dureza de los blends fabricados con PLA/%PCL.

Entonces para adiciones pequeñas de hasta un 22,5% de PCL, ésta actúa como plastificante y por tanto, aumenta la ductilidad. Para valores superiores de PCL y al ser parcialmente miscibles, ésta tiene poco efecto y el material vuelve poco a poco a obtener su anterior fragilidad, incluso en ocasiones, según varios autores, aumenta la fragilidad con respecto al PLA. La dureza de estos blends se muestra en la Figura 2. Al ir aumentando el %PCL se va disminuyendo la dureza de las muestras.

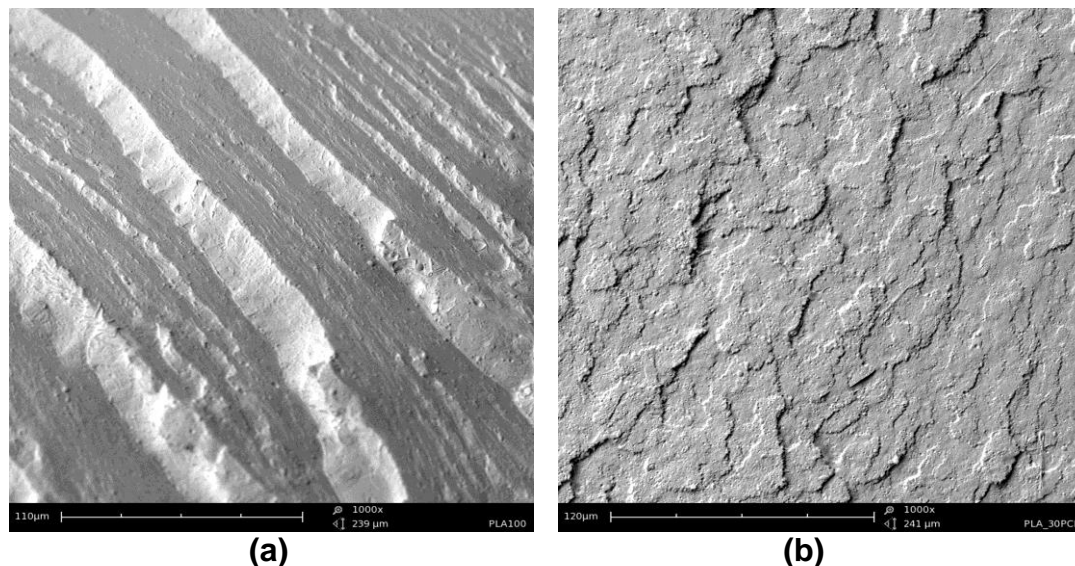


Figura 3. Micrografías SEM a 1000x del PLA (a) y del blend PLA/30PCL (b).

En la Figura 3 se observa claramente una diferencia en la rotura por ensayo Charpy de las muestras. El PLA (a) muestra los estadios por donde rompe el polímero que son característicos de una rotura frágil. Por el contrario, en (b) se observa la rotura del blend PLA/30PCL mucho más suave y plástica que el PLA. Esto se debe a la ganancia en ductilidad del material.

CONCLUSIONES

Como conclusiones se puede decir que con la adición de ciertos %PCL se consigue disminuir la fragilidad del PLA y con ello, la posibilidad de fractura de las prótesis fabricadas con estos blends. Además otra de las intenciones de la adición de la PCL es aumentar la velocidad de degradación del PLA puro, que es muy lenta. Esto será realizado a posteriori, ya que éste es un estudio preliminar para seleccionar los porcentajes de PCL a utilizar para mejorar las propiedades mecánicas de las prótesis fabricadas con dichos materiales.

REFERENCIAS

- [1] Witte F., Feyerabend F., Maier P., Fischer J., Störmer M., Blawert C., Dietzel W., Hort N. *Biomaterials*. 28, 2163-2174 (2007).
- [2] Paredes V., Salvagni E., Rodríguez-Castellón E., Manero J.M. Conferencia Plenaria. Simposio sobre adsorción, adsorbentes y sus aplicaciones. 2013.
- [3] Melero H., Fernández J., Guilemany J.M. *Biomecánica*. 19, 35-48, (2011).
- [4] Witte F. *Acta Biomaterialia*. 6, 1680-1692, (2010).

Interacción amoníaco-volátiles en estado sólido.

M.A. Satorre, R. Luna, M. Domingo, C. Millán, C. Santonja

Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València

46022 València

e-mail: msatorre@fis.upv.es

RESUMEN

En el espacio se han detectado moléculas como CO, CO₂, NH₃, CH₄, N₂..., en estado sólido, que subliman al aumentar la temperatura de las superficies heladas donde están depositadas. En el laboratorio, al hacer experimentos de depósito y posterior desorción controlada de una mezcla de NH₃ y CO₂ o N₂, se ha encontrado que las moléculas más volátiles (CO₂, N₂) co-depositadas junto al amoníaco para formar la mezcla, presentan un patrón diferente de sublimación que si se encuentran puras. En particular, el componente más volátil presenta dos e incluso tres regímenes de sublimación a temperaturas diferentes. A una temperatura baja, propia de su temperatura de sublimación y también a temperaturas por encima de esta temperatura, lo que indica que queda retenido por diferentes mecanismos en el componente menos volátil, NH₃.

INTRODUCCIÓN

Los hielos son ubicuos [1] al menos en dos tipos de cuerpos del Sistema Solar: los satélites helados de los grandes planetas y el núcleo de los cometas. Muy probablemente, los hielos son también importantes componentes de los objetos del cinturón de Kuiper (KBOs).

La presión (P) y la temperatura (T) son los parámetros termodinámicos más importantes que determinan las propiedades de los hielos en el interior de los cuerpos helados o en sus superficies. En el interior, a una profundidad determinada, las condiciones (P,T) son constantes o varían muy poco. No obstante, las superficies son iluminadas por la radiación solar cuya intensidad depende de su localización. Por otra parte, el aislamiento térmico varía siguiendo algunos periodos de diferente duración. Hay periodos de rotación, revolución, traslación y precesión.

Debido a la iluminación solar, el proceso de sublimación empieza y se desarrolla con distinta intensidad para los diferentes hielos.

La presión en la superficie de los cuerpos con una atmósfera muy tenue es aproximadamente cero (del orden de los microbares) y por consiguiente, en la mayoría de los casos, la sublimación puede considerarse que se lleva a cabo en condiciones de vacío. Además de la presión, la composición de los hielos y su temperatura real de sublimación son factores esenciales que determinan la intensidad de ésta, para cada lugar donde se encuentren.

En la tabla 1 se recogen las densidades [2-4], el punto triple [5], el punto crítico y la energía de sublimación [6] para los volátiles (N₂, CH₄) seleccionados y el amoníaco (NH₃).

Tabla 1. Propiedades físicas de los hielos seleccionados para el estudio de las interacciones amoníaco-volátiles.

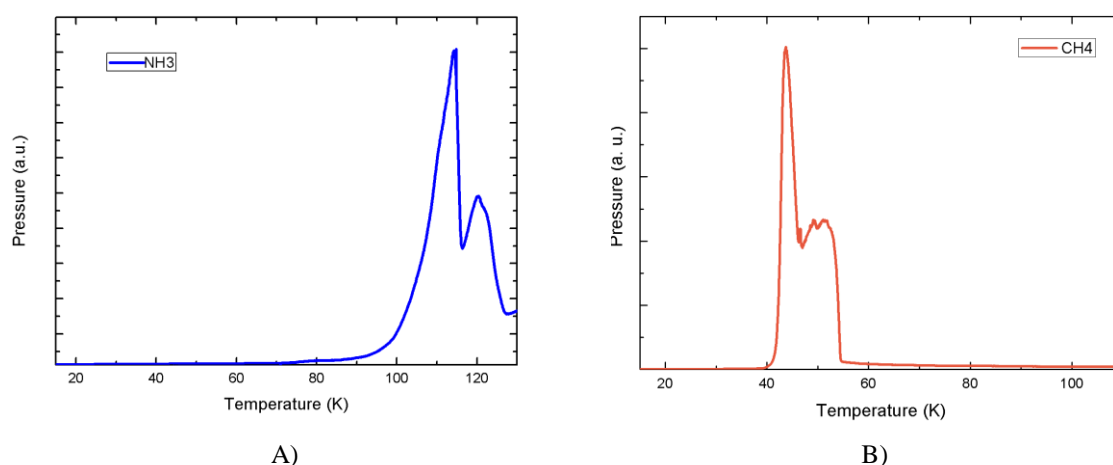
Especie	Densidad (g/cm ³) a 10 ⁻⁷ mbar a la temperatura indicada	Punto triple		Punto crítico		Energía de sublimación	
		P (Pa)	T (K)	P (MPa)	T(K)	(kJ/mol)	(K)
N ₂	0.94 (10-25K)	1.255·10 ⁴	63.20	3.39	136	4.3±0.2	520±24
CH ₄	0.47 (10-40K)	1.275·10 ⁵	88.70	4.60	191	8.5±0.3	1000±35
NH ₃	0.67-0.89(10-20K)	6090	195.49	11.30	405	31.8±0.5	3830±60

MÉTODO EXPERIMENTAL

Con el objetivo de estudiar la capacidad de retención de volátiles del NH₃ se ha llevado a cabo una serie de experimentos [7] de desorción de NH₃, CH₄ y N₂ puros y de mezclas binarias de estos dos últimos con NH₃, NH₃:CH₄ y NH₃:N₂ co-depositados en la proporción (7:1) en condiciones de alto vacío (~ 10⁻⁷ mbar) a 13 K. Tras el depósito, la muestra es calentada (1 K/min) y la presión parcial de cada gas es registrada con un espectrómetro de masas de cuadrupolo (QMS), así como la variación de frecuencia con una microbalanza de cuarzo. Es importante destacar que a temperaturas superiores a 55 K, no hay presencia de CH₄ ni N₂ sólido en nuestra cámara.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las gráficas de las figuras 1A), 1B) y 2, presentan el perfil propio de sublimación de las sustancias puras (NH₃, CH₄ y N₂ respectivamente) obtenido con el QMS, donde se observa su temperatura propia de sublimación, en concreto 115-120 K para el NH₃, 39-42 K para el CH₄ y 23-25 K para el N₂.

**Figura 1.** A) Sublimación del NH₃ puro a 10⁻⁷ mbar, B) Sublimación del CH₄ puro a 10⁻⁷ mbar.

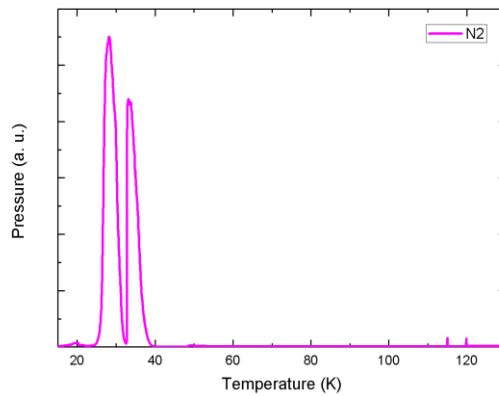


Figura 2. Sublimación de N₂ puro a 10⁻⁷ mbar.

La figura 3 presenta los resultados experimentales del proceso de sublimación de las mezclas amoniaco-volátiles estudiadas. Cada muestra contiene NH₃ y CH₄ (izquierda) o N₂ (derecha) como elemento volátil. La concentración de la mezcla durante la formación del hielo (NH₃): (CH₄ o N₂) fue la misma, así como la presión de los gases constituyentes (7:1).

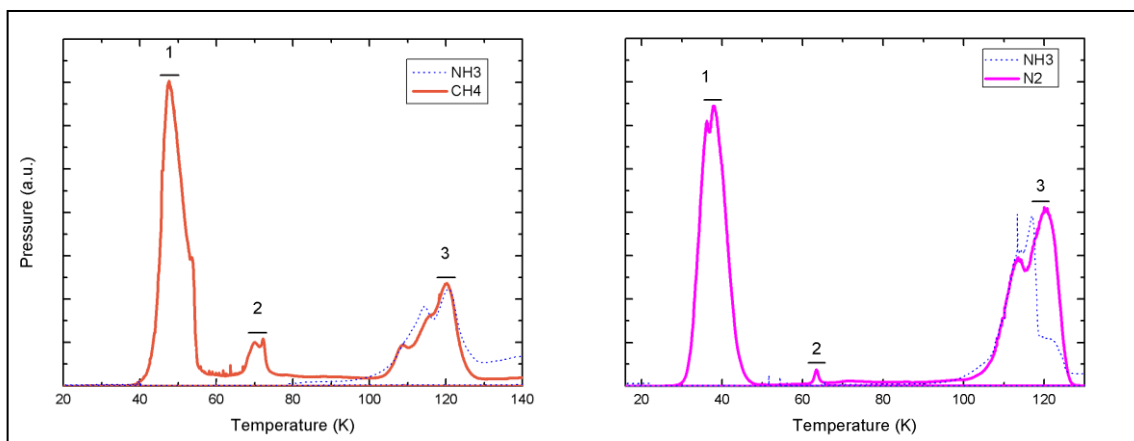


Figura 3: izquierda: Sublimación NH₃:CH₄, derecha: Sublimación NH₃:N₂.

El primer proceso de sublimación del elemento más volátil se detecta a 44-51 K para el CH₄ y a 37-39 K para el N₂.

El segundo pico de liberación de material del componente más volátil se encuentra en el rango 67-69 K para el CH₄ y 61-64 K para el N₂. De las diferentes temperaturas de desorción entre N₂ y CH₄ podemos ver que el N₂ queda retenido más débilmente que el CH₄. No sólo la temperatura de sublimación es menor (Figura 3, derecha), sino que además la cantidad emitida es menor que en el caso del CH₄. El tercer y último episodio de desorción o liberación de material tiene lugar por encima de 100 K, cuando sublima el amoniaco.

La segunda y tercera liberación de CH₄ y N₂ no tienen lugar cuando se encuentran en estado puro, por tanto la presencia en la mezcla de NH₃ hace que éste retenga al más volátil. Se ha comprobado este fenómeno para otras moléculas tanto polares (H₂O) [8], como apolares (CO₂) [9].

CONCLUSIONES

- La primera sublimación del elemento volátil (CH_4 , N_2) tiene lugar a su temperatura propia de sublimación.
- El segundo estadio de liberación del componente volátil tiene lugar en la región 60-70 K, que coincide con la temperatura de cristalización del NH_3 . La intensidad de la segunda desorción es menor que la primera, además, en el caso de la mezcla con N_2 , la interacción $\text{N}_2:\text{NH}_3$ es más débil, como se observa en el perfil de sublimación.
- A temperaturas alrededor de 115-120 K, el componente más volátil desaparece definitivamente. En este rango de temperatura tiene lugar también la sublimación del elemento menos volátil (NH_3).
- La presencia de liberaciones del elemento más volátil a temperaturas superiores a su temperatura propia de sublimación indica la existencia de una retención por parte del otro componente, en este caso amoníaco. Este comportamiento permite explicar la presencia de los elementos más volátiles en objetos del Sistema Solar que se encuentran a temperaturas por encima de su temperatura propia de sublimación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado en parte por el Ministerio de Educación y Ciencia (cofinanciado con fondos FEDER AYA 2009 (12974)).

REFERENCIAS

- [1] Leliwa-Kopystycki, J., Satorre M.Á., Santonja, C.; *Acta Geophysica* 61, pp: 1304-1321 (2013).
- [2] Satorre, M.Á.; Domingo, M.; Millán, C.; Luna, R.; Vilaplana, R.; Santonja, C. *Planetary and Space Science* 56, pp: 1748-1752, (2008).
- [3] Satorre, M.Á.; Leliwa- Kopystynski, J.; Santonja, C.; Luna R. *Icarus* 225 pp:703-708 (2013).
- [4] Romanescu, C.; Marschall, J.; Kim, D.; Khatiwada, A.; Kalogerakis, K S. *Icarus*, Volume 205, Issue 2, p. 695-701 (2009).
- [5] Fray, N.; Schmitt, B. *Planetary and Space Science*, 57 pp: 2053-2080 (2009).
- [6] Luna, R.; Satorre, M.Á.; Santonja, C.; Domingo, M. *Astronomy and Astrophysics* 566 A27 pp:1-8, (2014).
- [7] Luna, R.; Satorre, M.Á.; Domingo, M.; Millán, C.; Santonja, C.; Blanes, G. I Congreso I+D+i Campus de Alcoi. Creando Sinergias. Resúmenes. pp: 17-20 (2013).
- [8] Collings, M.P.; Anderson, M.A.; Chen, R.; Dever, J.W.; Viti, S.; Williams, D.A.; McCostra M.R.S. *MNRAS* Volume 354, Issue 4, pp: 1133-1140 (2004).
- [9] Satorre, M.Á., Luna, R.; Millán, C.; Santonja, C.; Cantó, J. *Planetary and Space Science* 57, pp: 250-258 (2009).

Deducción por actividades de investigación y desarrollo e innovación tecnológica en el Impuesto sobre Sociedades español

C.P. Sarasa⁽¹⁾, J. Sarasa-Pérez⁽²⁾

*(1) Centro de Investigación en Gestión de Empresas (CEGEA)
Universitat Politècnica de València
Camino de Vera, s/n 46022 Valencia
e-mail: csarasa@cegea.upv.es*

(2) Departamento de Análisis Económico Aplicado Facultad de CC. Económicas y Empresariales, Universidad de Alicante, Apdo. 99, E-03080 Alicante

RESUMEN

El presente trabajo destaca la importancia de la deducción por actividades de investigación y desarrollo e innovación tecnológica en el Impuesto sobre Sociedades español para el fomento de la inversión directa y el aumento de la competitividad de las empresas españolas en la economía globalizada en la que se imbrican. En él se analizan las características principales de este beneficio fiscal, sus condicionantes y los aspectos fundamentales de su aplicación práctica, para concluir que su existencia y mantenimiento es imprescindible como incentivo para el desarrollo de estas actividades, necesarias a su vez en una economía desarrollada como la española.

INTRODUCCIÓN

El modelo productivo de un país con un avanzado desarrollo económico debe tener una alta especialización productiva de su capital humano y una utilización intensa de nuevas tecnologías. La competitividad internacional de nuestra economía ha de tener como pilar fundamental estas circunstancias, ya que competir vía costes de fabricación con otros países, de normativas y características muy diferentes al nuestro, es una opción poco adecuada.

Incrementar la inversión en investigación y desarrollo resulta fundamental en una economía globalizada como la actual para dotar de un valor añadido al sector empresarial de un país que le haga ser globalmente más competitivo [1,2].

En el fomento de estas inversiones tiene un papel crucial el Estado. Uno de los principales instrumentos que poseen los entes públicos para potenciar este comportamiento inversor en las empresas es el de la política fiscal. Para desarrollarla, el establecimiento de beneficios fiscales que reduzcan la deuda tributaria es una medida crucial, directa y de general aceptación por los empresarios. Dentro de estas actuaciones concretas podemos enmarcar las deducciones por invertir en actividades de investigación y desarrollo (I+D) e innovación tecnológica (IT) en el Impuesto sobre Sociedades (IS) español.

DEDUCCIÓN POR ACTIVIDADES DE I+D E IT

La redacción legal vigente del IS [3], recoge esta deducción en su artículo 35, distinguiendo por un lado la que procede por I+D y la que corresponde por IT. Ambas se aplican sobre la cuota líquida del impuesto, es decir, sobre la cuota íntegra minorada por deducciones por doble imposición y por bonificaciones, instrumentadas como crédito del impuesto a favor del contribuyente.

A grandes rasgos, la “investigación” definida en la norma tributaria implica una indagación original que pretende el descubrimiento de nuevos conocimientos, e incluiría tanto la investigación básica como la aplicada. El “desarrollo” se concreta en la aplicación de los resultados de la investigación previa. Por su parte la IT sería la actividad cuyo resultado es el avance tecnológico en la obtención de nuevos productos o procesos productivos, o la mejora sustancial de los existentes. Resulta problemática la delimitación de estos conceptos, por lo que las definiciones de la OCDE y demás organismos competentes, así como las medidas legales que permiten al sujeto pasivo la consulta administrativa vinculante, la aportación de informes pertinentes o los acuerdos previos de valoración en cuanto a los gastos en estas actividades, son instrumentos valiosos para una aplicación exitosa de esta deducción.

El importe de deducción por I+D se obtiene de aplicar cierto porcentaje al importe de los gastos del período directamente relacionados con dichas actividades, así como por las inversiones también del período hechas en inmovilizado material e intangible afectos exclusivamente a ellas que no sean inmuebles. Se incluirían así en esta base los costes del personal investigador, técnicos y similares, materias primas o amortizaciones de elementos afectos. Estos gastos han de constar específicamente individualizados por proyectos.

Particularmente y por imposición legal, la actividad de I+D debe efectuarse en España o en cualquier Estado miembro de la Unión Europea (UE) o del Espacio Económico Europeo (EEE), no dando derecho a la deducción los gastos relacionados con actividades llevadas a cabo fuera de estos territorios. Sin embargo, sí forman parte de la base de deducción los pagos a terceros que realicen las actividades de I+D por encargo del sujeto pasivo, siendo éste el único que puede deducirse. Enlazando ambas circunstancias, si el tercero que hace las actividades pagado por el contribuyente las desarrolla fuera de los citados territorios de la UE o del EEE, el sujeto pasivo pagador no podrá aplicarse deducción alguna por los gastos que se generen al incumplir la restricción territorial.

Además, en caso de percibirse subvenciones para la realización de la actividad, la base de la deducción debe minorarse en el 65% del importe de éstas que sea imputable como ingreso del período. Con esta reducción, se trata de neutralizar el ingreso derivado de la subvención, que no sería gasto para el sujeto pasivo y que la norma entiende que tributa al tipo general de gravamen del impuesto. El problema surge del hecho de que este tipo impositivo se supone que es el 35% cuando en la actualidad ha sido reducido de forma generalizada al 30%, lo que no deja de ser un anacronismo a corregir reduciendo la base de la deducción en el 70% del importe de las subvenciones imputadas como ingreso del período [4] y no en el 65% aplicable.

El porcentaje aplicable a esta base para cuantificar la deducción es, para los ejercicios iniciados en 2014, de un 25% en general sobre los gastos del período por este concepto de I+D. Particularmente, si hay un incremento de los gastos por estas actividades con respecto a la media de los 2 años anteriores, el exceso sobre dicha media se beneficia de un porcentaje mayor, que es el 42%. Por lo anterior, el primer año en que se realicen actividades de I+D procede aplicar este porcentaje del 42% a toda la base de la deducción, ya que la media de gastos de los dos anteriores será nula. Adicionalmente, corresponde un 17% a los gastos de personal investigador cualificado adscrito exclusivamente a estas actividades. Por otra parte, se aplica el 8% a las inversiones realizadas en elementos del inmovilizado material e intangible afectos exclusivamente a actividades de I+D, siempre que estos elementos permanezcan en el patrimonio del contribuyente hasta el cumplimiento de su finalidad específica, en general. Además, este 8% es compatible con la deducción por reinversión de beneficios extraordinarios aplicable en el IS (artículo 42 de su Ley), por la cual las rentas procedentes de la transmisión de elementos de inmovilizado reducen

su tributación si se reinvierte lo obtenido por la venta en otros elementos patrimoniales. Debe indicarse que estos porcentajes actualmente aplicables han sufrido reducciones del 8% desde 2007, y del 15% desde 2008 (Disposición Adicional Décima de la Ley del IS) con respecto a los aplicables anteriormente, que eran 30% y 50%, 20% y 10%, respectivamente. No obstante, en contra de la tendencia generalizada con respecto a las deducciones en el IS, no se ha suprimido la presente.

La cuantía de deducción por IT resulta de aplicar el 12% al importe de los gastos del período, específicamente individualizados por proyectos, en conceptos relacionados con esta actividad como son el diagnóstico tecnológico, el diseño industrial e ingeniería de procesos de producción, la adquisición de tecnología avanzada (como patentes o licencias) hasta 1 millón de euros, o la obtención de certificados ISO 9000 o similares. Al igual que en las actividades de I+D, las actividades de IT han de efectuarse en España u otro Estado miembro de la UE o del EEE, pueden hacerse directamente por el sujeto pasivo o por encargo del mismo y las subvenciones obtenidas para su realización que sean ingreso del período minoran la base de deducción en el 65% de su importe, manteniendo el anacronismo indicado antes. Respecto al porcentaje del 12% hay que indicar que es fijo y no varía en relación con gastos en ejercicios anteriores por IT. Tampoco ha sido reducido por la Disposición Adicional Décima que se indicaba arriba, a diferencia de los porcentajes correspondientes a la deducción por actividades de I+D.

Como ya se ha indicado, estas deducciones (conjuntamente con las demás del Capítulo IV de la Ley del IS, referente a las deducciones para incentivar la realización de determinadas actividades) se aplican sobre la cuota líquida del impuesto, pudiendo suceder que no haya suficiente cuota para su deducibilidad. En esta circunstancia, se permite que las cantidades pendientes minoren las liquidaciones de los períodos impositivos que concluyan en los 18 años inmediatos y sucesivos. Aunque por encima de esos años, el saldo pendiente se perdería, su caducidad temporal es mayor que la del resto de deducciones por incentivos, en las que el derecho a su aplicación se extingue a los 15 años. Es, sin duda, un apoyo gubernamental adicional a estos incentivos fiscales por actividades de I+D e IT.

Adicionalmente, las entidades de nueva creación y las que saneen pérdidas anteriores aportando nuevos recursos pueden diferir el plazo en el que aplican las deducciones hasta el primer ejercicio en el que, dentro del período de prescripción, se produzca un resultado contable positivo. El legislador trata aquí de favorecer de forma específica a estas entidades en sus primeros años o en momentos de dificultad económica, aunque la aplicación de la deducción puede no producirse en el momento de obtener rentas contables positivas, ya que tenerlas no supone necesariamente disponer de cuotas líquidas también positivas a las que minorar.

Por otra parte, el conjunto de deducciones para incentivar determinadas actividades del IS tiene un límite global para cada período impositivo del 35% de la cuota líquida, que se eleva al 60% cuando el importe de la deducción por I+D y por IT ante gastos e inversiones del período exceda del 10% de la citada cuota líquida. Se trata de una segunda limitación cuantitativa en la aplicación de estos beneficios fiscales establecida en la normativa, detrás del propio porcentaje que cuantifica las deducciones, que busca probablemente evitar el abuso societario en su aplicación. Además, estos límites se han reducido transitoriamente en los períodos impositivos iniciados entre 2012 y 2015 a porcentajes inferiores del 25% y 50% respectivamente.

Opcionalmente, como medida adicional favorecedora de la aplicación de las deducciones por I+D y por IT, para los períodos impositivos iniciados desde 2013, es posible aplicar tales beneficios fiscales sin tener en cuenta el límite conjunto anterior, e igualmente se puede solicitar el abono a Hacienda de la deducción pendiente en caso de no tener cuota suficiente para deducir. Se trata de una medida voluntaria para el

sujeto pasivo, condicionada a ciertos requisitos, principalmente que haya transcurrido al menos 1 año desde el fin del periodo en el que se generó la deducción sin que se haya aplicado todavía, que se destine un importe equivalente a la cuantía de la deducción a gastos de I+D e IT o a inversiones en elementos del inmovilizado exclusivamente afectos a esas actividades en los 24 meses siguientes, y que se mantenga la plantilla media, al menos de trabajadores adscritos a la actividad de I+D e IT, desde el fin del período en el que se generó la deducción hasta la finalización de esos 24 meses. Debe disponerse de un informe motivado de entidad competente sobre la calificación de la actividad como I+D o IT, o un acuerdo previo de valoración de gastos e inversiones con la Administración Tributaria. A cambio de su aplicación, el contribuyente acepta un descuento del 20% del importe de la deducción, estando la misma limitada a 1 millón de euros en actividades de IT y globalmente a 3 millones en actividades de I+D y de IT. Puede ser una opción de interés para aquellas sociedades que prevean no poder aplicar las deducciones en ese año o sucesivos por insuficiencia estimada de bases o cuotas, o por existencia de otras deducciones por incentivos a aplicar. No obstante, tiene importantes condicionantes y supone obtener sólo el 80% de las deducciones a las que se tiene derecho.

CONCLUSIONES

La tendencia en la fiscalidad internacional societaria actual es, por un lado, la de reducción de tipos de gravamen y, por otro, la de supresión de incentivos fiscales como estos. Se pretende así acercar tipos de gravamen nominales a tipos de gravamen efectivos en el IS [5]. Sin embargo, aunque han sufrido minoraciones, las deducciones por I+D e IT se han mantenido en el ordenamiento tributario como uno de los principales estímulos a la inversión directa que mejore la competitividad empresarial española en la economía internacional.

No sólo resulta adecuado el mantenimiento de estas deducciones, sino que se podría considerar necesario su incremento para el fomento de la inversión empresarial en tales actividades. Adicionalmente, se hace necesaria la mejora y simplificación en la delimitación de los conceptos incluidos en I+D e IT que se benefician de la deducción, la generalización de los acuerdos previos y de las consultas vinculantes con la Administración, así como el impulso de dichas actividades mediante incentivos fiscales encauzados a su aplicación en pequeñas y medianas empresas, tan abundantes en nuestro tejido empresarial. En definitiva, la aplicación de estos instrumentos de política fiscal no debe restringirse o suprimirse, sino ampliarse y facilitar su aplicación, ya que fomentan de forma eficiente las actividades de I+D e IT necesarias e imprescindibles para incrementar la riqueza empresarial de un país desarrollado como el nuestro.

REFERENCIAS

- [1] Arnáiz Arnáiz, T. (2010): "La deducción por I+D e IT: algunas consideraciones sobre la base de deducción y los gastos en el extranjero". *Instituto de Estudios Fiscales. Cuadernos de Formación. Colaboración 25/10*. Volumen 11/2010.
- [2] Cordón Ezquerro, T. Y Gutiérrez Lousa, M. (2010): "Los incentivos fiscales a la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica". *Clm.economía: Revista económica de Castilla - La Mancha*, 16, p. 281-310.
- [3] España. Real Decreto Legislativo 4/2004, Ley del Impuesto sobre Sociedades. BOE.
- [4] Cordón Ezquerro, T. Y Gutiérrez Lousa, M. (2008): "Los incentivos fiscales a la innovación. Su situación en España". *Economía Industrial*, 368, p. 35-50.
- [5] Gutiérrez Lousa, M. Y Rodríguez Ondarza, J.A. (2006): "Luces y sombras de la reforma del Impuesto sobre Sociedades", *Partida Doble*, 177, p. 23-40.

Influencia del gramaje del tejido en la aplicación de ácidos policarboxílicos

E. Bou-Belda, J. Gisbert, I. Montava, P. Díaz

Departamento de Ingeniería Textil y Papelera

Escuela politécnica superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia

Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoy (Alicante)

e-mail: maboar@txp.upv.es

RESUMEN

En el presente trabajo se utiliza ácido policarboxílico 1,2,3,4-butanetetracarboxílico (BTCA) como agente de entrecruzamiento libre de formaldehído, con lo que se consigue un acabado de fácil cuidado para tejidos de algodón respetuoso con el medio ambiente. El objeto del estudio se centra en la comparación del grado de entrecruzamiento obtenido con el tratamiento de tejidos de distinto gramaje con BTCA. El grado de entrecruzamiento, resultado de la reacción entre el ácido policarboxílico y la celulosa, se obtiene mediante el análisis de tejidos algodón tratados con espectroscopía infrarroja (FTIR-ATR).

INTRODUCCIÓN

Las fibras celulósicas se pueden tratar mediante operaciones de acabado con el fin de paliar o eliminar características que habitualmente no son deseadas por el usuario final, como son la gran capacidad de arrugado así como cierto grado de encogimiento frente a los tratamientos en húmedo. Estos tratamientos se basan en aplicar productos químicos con el fin de crear entrecruzamientos entre las cadenas celulósicas y conferir al tejido tratado propiedades como estabilidad dimensional y recuperación al arrugado.

Acabados del tipo “libre de arrugas”, “resistente al arrugado”, “recuperación del arrugado”, “wash and wear”, “non iron”, etc., se están aplicando desde hace años dentro de la industria textil. Los productos químicos más habituales fueron durante muchos años los derivados del formaldehído combinado con melanina o con urea. Derivando en la actualidad a productos con bajo contenido en formaldehído por la reversibilidad de la reacción con la celulosa y por su efecto cancerígeno [1]. En la actualidad el más habitual la dimetildihidroxietilenurea (DMDHEU) dentro del grupo de las ureas cíclicas ya que son las que liberan muy poco formaldehído [2].

Como productos de entrecruzamiento sustitutivos se proponen los ácidos policarboxílicos que son capaces de generar el entrecruzamiento con la celulosa con alta efectividad si se usa un catalizador adecuado [3].

El objeto de este trabajo es el comparar la influencia del tipo de tejido de algodón utilizado respecto el grado de esterificación resultante después del tratamiento con el ácido policarboxílico. Para ello se utiliza la técnica instrumental Espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR-ATR), para evaluar la cantidad de grupos carboxilos presentes en el tejido.

EXPERIMENTAL

Materiales

Se utilizan tejidos de algodón de distinto gramaje 115 y 210 g/m² referenciados como Co-115 (115 g/m²) y Co- 210 (210 g/m²).

La formulación utilizada para el tratamiento ha sido 80 g/L de BTCA y 40 g/L de NaH₂PO₂, posteriormente al secado a 85°C se han curado a 160°C, siendo estos parámetros los valores que definen la formulación óptima que ha resultado de los estudios anteriores [4].

Grado de esterificación

Mediante la Espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier se ha determinado el grado de esterificación entre los grupos carboxilo del ácido policarboxílico BTCA y los grupos hidroxilo de la celulosa del tejido de cada uno de los tejidos de algodón ensayados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se ha comentado en el apartado anterior, donde se describen las técnicas experimentales empleadas, la determinación de grupos éster producto de la reacción de esterificación entre los grupos carboxilo del ácido policarboxílico BTCA y los grupos hidroxilo de la celulosa se realiza mediante el análisis de resultados obtenidos mediante la espectroscopía de Infrarrojos (FTIR-ATR).

Para poder comparar el grado de esterificación al realizar el tratamiento utilizando tejidos de distinto gramaje, y obtener posibles diferencias en las bandas de absorbancia se muestra en la figura 1 ambos espectros de los sustratos textiles sin tratar, Co-115 y Co-210.

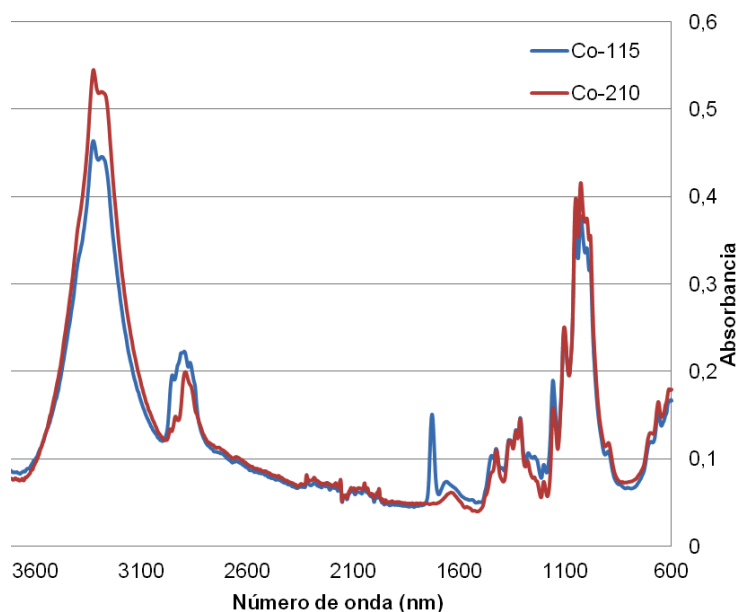


Figura 1. Espectros FTIR tejidos Co-115 y Co-210.

Ambos espectros son muy similares, observando una única banda de absorbancia distinta. El tejido Co-115 muestra un pico muy intenso en la banda 1729, banda que por lo contrario no se aprecia en el espectro del tejido Co-210. Este pico situado en la banda 1729 cm^{-1} indica que el tejido de algodón presenta un contenido en grupos C=O característico del grupo éster [5], esto puede ser producto de distintos acabados a los que ha sido sometido el tejido, tales como el desaprestado y blanqueado. En cambio el tejido Co-210, no ha sufrido estos procesos de acabado y por tanto no se ha producido una oxidación parcial de la celulosa propia del tejido.

El que la celulosa de algodón no esté oxidada, y por tanto no muestre grupos éster en el espectro, puede facilitar la reacción de reticulación de la celulosa con el ácido policarboxílico ya que contiene la celulosa mayor número de grupos hidroxilo libres. Este hecho se comprueba a continuación con el análisis de ambos tejidos tratados con BTCA junto el catalizador, secados a 85°C y curados a 160°C . Para poder comparar objetivamente, se recurre a los ratios 1729/1317 de cada uno de ellos junto con los obtenidos de los tejidos sin tratar. En la tabla 1 se muestran dichos resultados junto con el % de aumento del ratio calculado al comparar las muestras tratadas respecto el tejido sin tratar.

Tabla 1. Ratio 1729/1317 de los tejidos Co-115 y Co-210 tratados y sin tratar.

Banda (cm^{-1})	Co-115	Co-115 (80BTCA+40P_160)	Co-210	Co-210 (80BTCA+40P_160)
1317	0,1448	0,1004	0,1445	0,1464
1725	0,1379	0,1157	0,0497	0,1109
1725/1317	0,9520	1,1526	0,3436	0,7571
		21%		120%

Como ya se intuía anteriormente, los resultados descritos en la tabla 1 muestran que el tejido Co-210 presenta un mayor aumento de los grupos éster característicos de la reacción de esterificación y de los grupos carboxílico propios del ácido BTCA, obteniendo un 120% de aumento en el tejido Co-210 respecto un 21% de aumento al tratar el tejido Co-115. Este hecho debe estar mayoritariamente relacionado con el pick-up de cada tejido obtenido después del tratamiento, ya que el tejido de algodón Co-210 retiene mayor cantidad de baño y consecuentemente mayor cantidad de ácidos policarboxílico, logrando un tratamiento mucho más eficaz.

CONCLUSIONES

Mediante la técnica FTIR se compara el grado de entrecruzamiento obtenido mediante la aplicación de BTCA sobre tejidos de distinto gramaje. Concluyendo que el tejido Co-210 presenta un mayor aumento de los grupos éster característicos de la reacción de esterificación y de los grupos carboxílico propios del ácido BTCA. Este hecho debe estar mayoritariamente relacionado con el pick-up de cada tejido obtenido después del tratamiento, ya que el tejido de algodón Co-210 retiene mayor cantidad de baño y consecuentemente mayor cantidad de ácidos policarboxílico, logrando un tratamiento mucho más eficaz.

REFERENCIAS

- [1] Lam YL, Kan CW, Yuen CWM. "Wrinkle resistant finishing of cotton fabric with BTCA- The effect of co-catalyst". *Textile Research Journal*. 2010. Vol 81-5. p.482-493 (doi: 10.1177/0040517510380777)
- [2] Reinhardt RM, Harper, RJ. "A Comparison of Aftertreatments to Lower Formaldehyde Release from Cottons Crosslinked with Various Finishing Agents". *Textile Research Journal* 1984.13-4. p.216-227 (DOI: 10.1177/152808378401300404)
- [3] Superl O, Stana-Kleinscheck K. "Differences between cotton and viscose fibres crosslinked with BTCA". *Textile Research Journal*. 2010. Vol 80-4. p.383-392 (doi: 10.1177/0040517509343818)
- [4] Bonet-Aracil, M. A., Monllor-Pérez, P., Gisbert-Payá, J., Bou-Belda. Variación del color en las fibras de algodón tratadas con ácidos policarboxílicos. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 2013, Vol 88(1).
- [5] Cheng, H. and A. Biswas, Chemical modification of cotton-based natural materials: Products from carboxymethylation. *Carbohydrate polymers*, 2011. 84(3). p. 1004-1010.

Influencia del tipo de ligante utilizado en el efecto protección UV de los tejidos tratados con TiO₂

E. Bou-Belda, M. Bonet, I. Montava, P. Díaz

*Departamento de Ingeniería Textil y Papelera
Escuela politécnica superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: maboar@txp.upv.es*

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la influencia del tipo de agente de ligado utilizado para la fijación de las partículas de dióxido de titanio (TiO₂) sobre las fibras de algodón. Esta materia posee la función, entre otras propiedades, de bloquear la radiación UV la cual es nociva para el ser humano. En el estudio, primeramente se caracterizan las partículas de TiO₂ utilizadas en el tratamiento con microscopía electrónica de barrido con detector de rayos X (SEM-EDX) y con microscopía electrónica de emisión de campo (FESEM). Posteriormente se obtiene el grado de protección frente a la radiación UV de los distintos tejidos de algodón tratados con baños de distintas formulaciones evaluando la transmisión de la radiación a diferentes longitudes de onda.

INTRODUCCIÓN

La prevención de los efectos nocivos sobre la piel que genera la radiación solar, principalmente debido a la radiación ultravioleta (UV) es un aspecto que va adquiriendo mayor importancia con del tiempo y que se ha acrecentado en los últimos años sobremanera. La radiación ultravioleta se compone de ultravioleta A, B y C siendo este último el más nocivo para la piel humana. Es por esto que es necesario proteger la piel humana mediante filtros como son los protectores solares, gafas de sol y la ropa. Es de conocimiento general que los filtros solares ofrecen protección contra el cáncer de piel. Sin embargo, tienen desventajas en el uso como la escasa confortabilidad, o la necesidad de aplicación frecuente. Por lo tanto, el uso de vestimenta protectora contra la radiación ultravioleta puede ser tenido en cuenta como una alternativa muy eficaz a los protectores solares.

La capacidad protectora de los tejidos frente a la radiación UV viene determinada por la capacidad de bloquear la irradiancia y evitar que esta llegue en gran parte a la piel humana. La protección de los tejidos son evaluados por su factor de protección ultravioleta (UPF).

El objetivo de este trabajo es aprovechar la protección UV característica del TiO₂ para dotar de esta propiedad a un tejido de algodón 100% [1]. Con el fin de adherir las nanopartículas de TiO₂ a la superficie de las fibras, se utilizan dos ligantes de distinta tipología, una resina acrílica y un ácido policarboxílico.

EXPERIMENTAL

Materiales

Se han utilizado nanopartículas de TiO₂ Degussa p-25 de 21 nm de tamaño suministrado por Evonik y como ligantes una resina acrílica, Resina Center STK-100, como ligante suministrada por Color Center y el ácido 1,2,3,4- butanetetracarboxílico (BTCA) suministrado por Panreac como agente de entrecruzamiento.

El tratamiento se ha realizado mediante impregnación sobre tejido blanqueado de algodón de 210 g/m². Se han tratado tres muestras con 2 g/L de TiO₂, siendo la única diferencia la adición de dos tipos de ligante de resina acrílica en dos de los tres baños de aplicación. En la tabla 1 se describen las formulaciones y la nomenclatura utilizada para identificar las muestras.

Tabla 1. Formulación del baño de aplicación utilizada para cada una de las muestras a ensayar

	TiO ₂ (g/L)	Resina Acrílica (g/L)	BTCA (g/L)
TiO ₂	2	-	-
TiO ₂ + RES	2	5	-
TiO ₂ + BTCA	2	-	80

Microscopía electrónica de barrido

Para la caracterización de las nanopartículas de TiO₂ se ha utilizado de microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM) modelo ULTRA 55 de la marca ZEISS y el microanálisis puntual sobre las nanopartículas presentes sobre las fibras de algodón se ha realizado mediante el microscopio electrónico de barrido (SEM-EDX) JEOL JSM-6300, ambos equipos del servicio de microscopía de la Universitat Politècnica de València.

Determinación espectrofotométrica del UPF

Para la determinación del UPF se sigue la Norma UNE-EN 13758-1, donde se describe que el UPF de cada espécimen se calcula según la fórmula que en este caso quedará modificada ligeramente ya que no se realiza un barrido desde 290 a 400 nm sino que se realizan dos mediciones puntuales a 312 nm que corresponde al ultravioleta B y 365 nm que corresponde al ultravioleta A [2].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la forma y tamaño que presentan las partículas de dióxido de titanio. Se observa el tamaño nanométrico de éstas, pudiendo denominarlas nanopartículas TiO₂.

Con el fin de poder visualizarlas más detalladamente, se muestra el producto utilizando 10.000 aumentos, Figura 1.b, al observar dicha imagen se ve que las nanotículas presentan una forma esférica de unos 20-30 nm de diámetro coincidiendo este hecho con la información facilitada por el suministrador del producto.

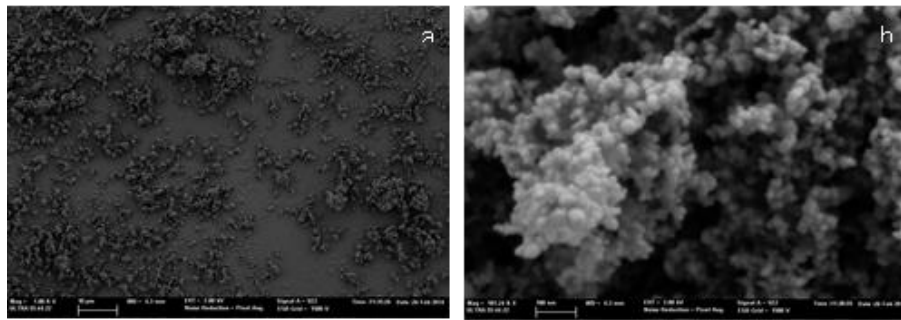


Figura 1. Micrografías nanopartículas TiO_2 obtenidas mediante microscopía FESEM. A) a 1000 aumentos y B) a 10.000 aumentos.

En la imagen 2 se presenta la microfotografía tomada mediante electrones retrodispersados, en la cual se muestra la zona sobre la que se ha realizado el análisis. En la parte inferior de la Figura 2 se presenta el espectro EDX resultado del análisis.

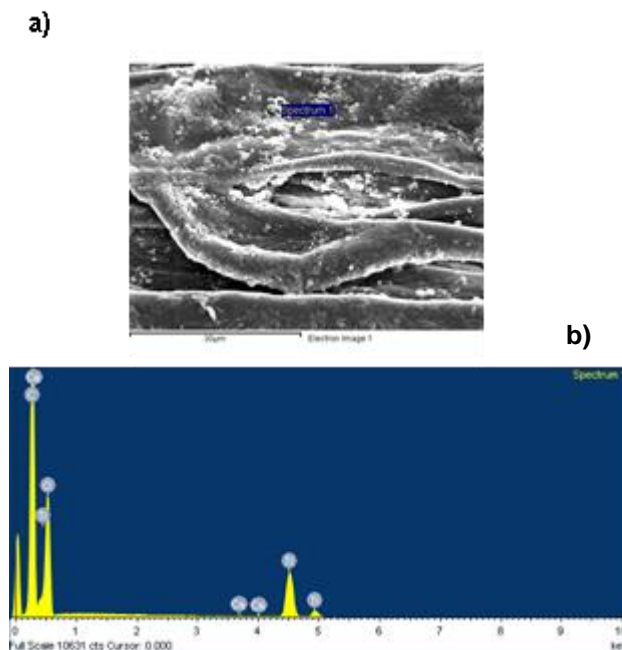


Figura 2. Micrografía de electrones retrodispersados de la muestra TiO_2 mostrando las partículas analizadas (a) y el correspondiente análisis EDX (b).

Con la caracterización y el microanálisis realizado del tejido tratado, se observa la disposición de las nanopartículas sobre la superficie de las fibras de algodón y se verifica que la composición de éstas se basa en titanio.

Para la obtención del valor UPF de las muestras tratadas con distintas formulaciones se emplea un sistema que consiste en una lámpara de emisión de luz UV pudiéndose cambiar fácilmente los tubos con el objeto de conseguir diferentes longitudes de onda de emisión. Por lo tanto la lámpara permite emitir radiación en las zonas del ultravioleta A y B. Las longitudes de onda a las que emite la lámpara son 312 nm (UVB) y 365 nm (UVA). Para ensayar las probetas, estas se superponen sobre el detector y se obtienen la irradiancia que traspasa el tejido a dichas longitudes de

ondas, a partir de estos datos se obtiene el valor UPF de las muestras ensayadas. En la tabla 2 se presentan los resultados de UPF resultante en cada una de las muestras ensayadas.

Tabla 2. Irradiancias obtenidas utilizando UVA y UVB en cada uno de las muestras ensayadas y el correspondiente UPF resultante.

<i>Muestra</i>	<i>UVA</i>	<i>UVB</i>	<i>UPF</i>
<i>TiO₂</i>	<i>0,06</i>	<i>0,00</i>	<i>302,89</i>
<i>TiO₂ + RES</i>	<i>0,08</i>	<i>0,00</i>	<i>40,93</i>
<i>TiO₂ + BTCA</i>	<i>0,05</i>	<i>0,00</i>	<i>263,22</i>

Con estos resultados se observa muy claramente que el TiO₂ aporta al tejido una acción de protección ultravioleta. Por otro lado, si la atención se centra en la influencia del ligante utilizado, se observa que al tratar el tejido con resina, esta inhibe el efecto de las partículas, en este caso la protección ultravioleta.

Del mismo modo el efecto del ácido policarboxílico BTCA, como auxiliar en el baño de aplicación, también influye en la protección UV, pero en este caso la funcionalización es menor, ocasionando por lo tanto menor protección UV que en el tejido tratado sin ningún tipo de ligante.

CONCLUSIONES

Como conclusiones de este trabajo cabe resaltar que la aplicación de TiO₂ sobre sustratos textiles aportan protección UV. En este caso se corrobora este efecto sobre tejido de algodón 100%, obteniendo valores de UPF superiores a 40.

Los resultados obtenidos indican que los ligantes influyen negativamente en la función protectora aportada por el TiO₂, siendo distinta dependiendo de la naturaleza del ligante utilizado. El comportamiento de la resina bloquea la acción de las nanopartículas, impidiendo en este caso la reacción propia del TiO₂ con los fotones de la luz solar. Del mismo modo el comportamiento del BTCA también influye negativamente aunque en menor cantidad que en los resultados obtenidos al utilizar resina como ligante, se aprecia un descenso de UPF respecto la muestra tratada con TiO₂ sin utilizar ningún tipo de producto auxiliar.

REFERENCIAS

- [1] Xin, J., W. Daoud, and Y. Kong, A new approach to UV-blocking treatment for cotton fabrics. *Textile research journal*, 2004. 74(2): p. 97-100.
- [2] Campos, J., Diaz, P., Montava, I., Bonet, M., Validation of a new method for determining the ultraviolet protection factor, in XXIII IFACT International Congress, Colourist, Editor. 2013. p. 129-131.

Evaluación de la protección ultravioleta de determinados colorantes naturales

E. Bou-Belda⁽¹⁾, I. Montava⁽¹⁾, P. Díaz⁽¹⁾, A. Montoro⁽²⁾, N. Sebastián⁽²⁾

*(1) Departamento de Ingeniería Textil y Papelera
Escuela politécnica superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoy (Alicante)
e-mail: pdiazga@txp.upv.es*

*(2) Hospital Universitario y Politécnico de la FE
Avenida de Fernando Abril Martorell, 46026 València (Valencia)*

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la intensidad de color y la protección ultravioleta obtenida al tinter tejidos de algodón con colorantes naturales y empleando quitosano como mordiente. Se comparan los resultados al utilizar té blanco, rojo, negro y verde con dos tipos de quitosano, con mayor o menor peso molecular. Como técnicas instrumentales se ha utilizado la espectroscopía por reflexión y el método de obtención del valor UPF al hacer incidir al tejido radiaciones de distintas longitudes de onda.

INTRODUCCIÓN

Los colorantes naturales son tintes y pigmentos obtenidos de recursos procedentes de plantas, animales o minerales con o sin tratamientos químicos para la tintura o coloración de las fibras textiles. La principal ventaja de estos colorantes es que son económicos, recursos renovables, no cancerígenos, no tóxicos y no están asociados a los problemas derivados de la eliminación de residuos ya que estos son biodegradables.

Existe una gran diversidad de elementos presentes en la naturaleza de los cuales se pueden extraer colorantes aptos para la tintura de tejidos. En función de la biodiversidad de cada región, las características de los mismos variaran aportando diferentes propiedades tanto de color como otros beneficios traducidos, en por ejemplo, la capacidad de protección ultravioleta, conseguida con el extracto de té verde [1] y eucalipto [2], o la actividad antimicrobiana, que puede conseguirse con especies como la Manuka, procedente de Nueva Zelanda, y la cúrcuma procedente de Polinesia y Micronesia el sudeste asiático.

Para fijar el colorante sobre la fibra se precisa de un mordiente, normalmente los mordientes son sales minerales o metálicas cuya misión es servir de enlace o puente entre el colorante y la fibra.

En este trabajo se van a utilizar extracciones de distintos té como colorantes de la fibra de algodón, empleando como mordiente el quitosano de bajo y medio peso molecular, consiguiendo una tintura totalmente ecológica y respetuosa con el medio ambiente. Se valorará el cambio de color al utilizar los dos tipos de colorante para cada de las tinturas realizadas con diferentes extracciones naturales y la protección ultravioleta que aporta al tejido.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Materiales

La tintura con colorantes naturales se realizó sobre un tejido 100% de algodón de 210 g/m². Primeramente se preparó una extracción de cada uno de los 4 tipos de té ensayados (blanco, rojo, negro y verde) a ebullición con una concentración de 10 g/L de té durante 60 min.

Los tejidos a tintar fueron tratados mediante impregnación con quitosano de bajo (LOW) y medio (MEDIUM) peso molecular utilizando 5 g/L de quitosano junto con 4 ml/L de ácido acético, ya que el quitosano se disuelve en pH ácido.

Posteriormente a la preparación de los tejidos con distintos tipos de quitosano, éstos tintaron con las diferentes extracciones de té por agotamiento durante 60 minutos a 90-100°C utilizando una relación de baño de 1 /40.

Medición del color

Con el objeto de comparar mediciones del color de forma objetiva se ha utilizado un espectrofotómetro de reflexión MINOLTA CM-3600d siguiendo especificaciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 105-J01 "Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte J01: Principios generales para la medición del color de superficies". La geometría instrumental fue d/8, con exclusión del componente especular. El área de observación era de 25,4 mm de diámetro. La energía UV estaba incluida. Las medidas se realizaron con el observador patrón CIE-Lab 10° y el iluminante estándar D65, para el intervalo de longitudes de onda de 400-700 nm.

Se calcula DE*ab según la norma UNE-EN ISO 11664-4 "Colorimetría. Parte 4: Espacio cromático L*a*B* CIE 1976".

Determinación espectrofotométrica del UPF

Para la determinación del UPF se sigue la Norma UNE-EN 13758-1, donde se describe que el UPF de cada espécimen se calcula según la fórmula que en este caso quedará modificada ligeramente ya que no se realiza un barrido desde 290 a 400 nm sino que se realizan dos mediciones puntuales a 312 nm que corresponde al ultravioleta B y 365 nm que corresponde al ultravioleta A.

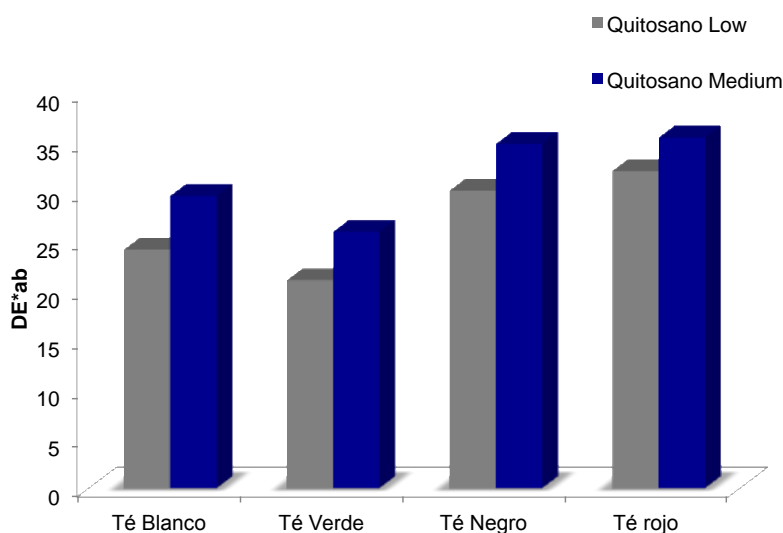
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras tintadas con distintas formulaciones fueron analizadas con el espectrofotómetro por reflexión, por el que se define el color que presenta cada muestra con los valores CIEL*a*b*, donde L define la luminosidad-oscuridad, a* define el eje rojo-verde y b* el valor en el eje amarillo-azul. A partir de estos valores se calcula la diferencia de color respecto los valores de la muestra sin tintar con el objetivo de poder comparar las tinturas al utilizar como mordiente el quitosano de mayor o menor peso molecular. En la Tabla 1 se muestran los valores CIELAB para cada una de las muestras junto la diferencia de color (DE*ab) obtenida respecto el tejido de algodón sin tintar.

Tabla 1. Valores CIELAB para cada muestra tintada utilizando distintos té y quitosano como mordiente.

		D65/10°			
		L*	a*	b*	DE*ab
CO-210		95,24	-0,14	3,72	
Té negro	Quitosano Low	69,18	7,04	16,90	30,08
	Quitosano Medium	64,48	8,27	17,69	34,82
Té blanco	Quitosano Low	75,02	6,09	15,30	24,12
	Quitosano Medium	69,93	8,00	16,64	29,56
Té rojo	Quitosano Low	67,83	9,94	16,96	32,07
	Quitosano Medium	64,45	11,03	17,27	35,45
Té verde	Quitosano Low	78,42	6,33	14,53	21,02
	Quitosano Medium	75,36	8,70	17,83	25,93

En la Figura 1 se representan las diferencias de color obtenidas en cada muestra.

**Figura 1.** DE*ab obtenido respecto el tejido sin tintar para cada muestra tintada utilizando distintos té y quitosano de distinto peso molecular como mordiente.

En la Figura 1 se observa muy claramente que los tejidos tintados utilizando quitosano de peso molecular medio obtienen mayor diferencia de color respecto la muestra sin trata, viendo el mismo comportamiento para cada una de las muestras tintadas con distintos té. Por otro lado, los tejidos que mayor diferencia de color obtienen después de la tintura son los tejidos tintados con extracto de té rojo y negro.

En la Figura 2 se muestran los valores UPF obtenidos para cada una de las muestras ensayadas, pudiendo destacar entre todos los valores la protección UV que presenta el tejido tintado con el té rojo muy dispar respecto a los demás valores, obteniendo también valores UPF superiores a 40 las muestras tratadas con té negro, considerándose muy buenos resultados.

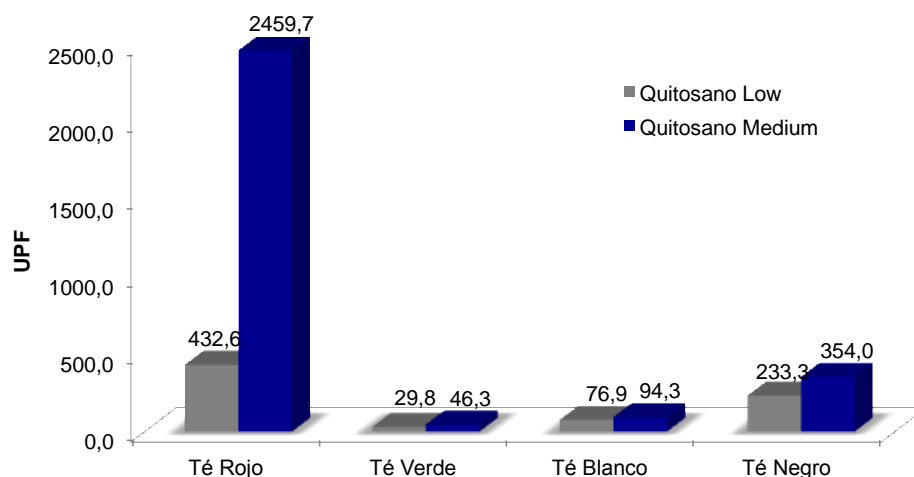


Figura 2. DE*ab obtenido respecto el tejido sin tintar para cada muestra tintada utilizando distintos té y quitosano de distinto peso molecular como mordiente.

Si la atención se centra en el tipo de quitosano empleado como mordiente, el comportamiento es el mismo en todas las muestras ensayadas, ya que al utilizar quitosano de mayor peso molecular se consigue aumentar la protección ultravioleta del tejido.

CONCLUSIONES

La intensidad de color de las tinturas con diferentes té es mayor al utilizar el quitosano de mayor peso molecular (medium). Del mismo modo, la protección UV obtenida con el tejido tintado con colorantes naturales es mayor cuando se utiliza este tipo de mordiente. Si se centra la atención en el tipo de té empleado en la tintura, se destaca de manera muy significativa los valores UPF de las muestras tintadas con té rojo, no descartando los demás té utilizados ya que todos ellos junto con el quitosano médium obtienen valores superiores a 40, con lo que se pueden clasificar como de alta protección UV.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Instituto de Investigación Sanitaria La Fe y la Universitat Politècnica de València por la financiación del proyecto “Desarrollo de textiles a partir de compuestos naturales para la protección de la radiación ultravioleta” (UVTEX).

REFERENCIAS

- [1] KIM, Sin-hee. Dyeing characteristics and UV protection property of green tea dyed cotton fabrics. *Fibers and Polymers*, 2006, vol. 7, no 3, p. 255-261.
- [2] Mongkholrattanasit, Rattanaphol, et al. UV protection properties of silk fabric dyed with eucalyptus leaf extract. *The Journal of The Textile Institute*, 2011, vol. 102, no 3, p. 272-279.
- [3] Lim, Sang-Hoon; HUDSON, Samuel M. Review of chitosan and its derivatives as antimicrobial agents and their uses as textile chemicals. *Journal of Macromolecular Science, Part C: Polymer Reviews*, 2003, vol. 43, no 2, p. 223-269.

Diseño de un dispositivo háptico de baja resolución basado en SMA para aplicación en telerobótica

F.J. Tormo, J. Masiá, J.R. Rufino, J. Ferri, B. Mansilla

Universitat Politècnica de València, Campus De Alcoi. Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n,
03801 Alcoi (Alicante)

RESUMEN

Los materiales inteligentes, activos, o también denominados multifuncionales son materiales capaces de responder de modo reversible y controlable ante diferentes estímulos físicos o químicos externos, modificando alguna de sus propiedades.

El objetivo del presente artículo es el diseño de un dispositivo háptico portátil para obtener una realimentación táctil mínima con la cual el operario pueda conocer la posición de la pieza en el interior de una pinza conectada al extremo de un manipulador industrial.

El sistema de actuación está basado en una aleación níquel-titanio comercial llamada Flexinol.

INTRODUCCIÓN

En el camino hacia la interacción hombre maquina nos encontramos con multitud de dispositivos que hacen que esta sea lo más natural posible, entre ellos podemos encontrar desde pantallas táctiles [5,8,11], dispositivos hápticos portátiles [4,9,12] o interfaces para teleoperación [6,10], todos ellos con un denominador en común, la utilización de materiales inteligentes como mecanismo actuador, ya sean poliméricos o aleaciones, con lo que conseguimos una reducción considerable del dispositivo gracias a la facilidad de transformación e implementación de estos materiales. Lo cual apunta a una mayor inmersión del operario en el sistema.

Se ha estudiado el caso para un dispositivo, ya que se puede considerar simétrico el sistema completo.

El presente trabajo se enmarca dentro de un proyecto mayor de teleoperación mediante visión artificial, donde el principal objetivo es depender del menor número de periféricos posible.

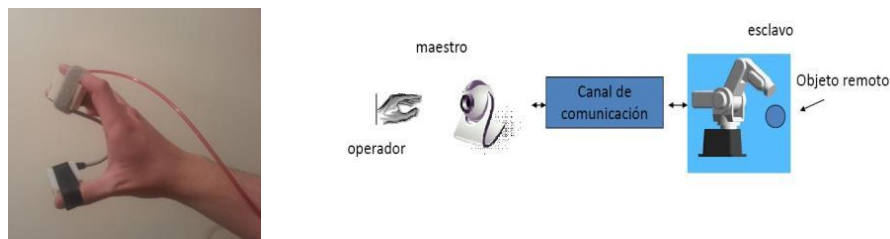


Figura 1. A) Prototipo del dispositivo montado. B) Plataforma de teleoperación

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Partimos de un trabajo anterior donde se realizaron pruebas para distintos espesores de la aleación, escogiendo el cable con menor consumo y respuesta aceptable, siendo este el de 100 μm . Para el dispositivo diseñado se tendrá una longitud de 3 cm.

Se utilizará un cable de la marca comercial Flexinol, una plataforma de hardware libre Arduino [3], sensores de presión comerciales y una fuente de alimentación de PC para alimentar a una placa de potencia que proporciona la corriente necesaria.

En la plataforma de teleoperación real con un manipulador y pinza con sensores resistivos, se tendría que la función del arduino, la realizaría el autómatas o la unidad lógica encargada de comunicar el manipulador con el PC (esclavo) con la configuración típica maestro-esclavo, a su vez el dispositivo háptico estaría conectado al PC (maestro) con una cámara para realizar la teleoperación mediante visión artificial.

Activación

Se detecta la presión en los sensores conectados al Arduino, estos activaran la interrupción externa del microcontrolador Atmega168, que genera la señal desde el timer interno. Esta señal es de tipo PWM, activará la etapa de potencia permitiendo que aumente la ganancia para proporcionar una respuesta en contracción y consumo óptimas [1].

En el caso del artículo se requiere activar el material para que desplace la parte de del dispositivo que está en contacto con el dedo del usuario pudiendo sentir la diferencia de presión entre una parte del dedo y otra, emulando la sensación que tendría la pinza del manipulador al coger un objeto de manera parcial, con lo que el material realizará una contracción y se mantendrán en ese estado todos los cables Ni-Ti que coincidan con la posición de los sensores en la pinza.

Contamos con 6 sensores resistivos en con una disposición de 3 x 2 quedando dos columnas (izquierda-derecha) y tres filas (punta-intermedio- base) pudiendo codificar esto en binario con lo que tenemos el bit de menor peso en la base del dedo y el de mayor peso en la punta.

Estos bits se pasan en paralelo a la placa de potencia para permitir el paso de corriente de la señal PWM.

Señal PWM

Para activar los SMA se requiere cambiar su temperatura interna hasta llegar al cambio de fase durante este cambio muchas de las propiedades físicas del material varían. Se intenta llevar a la fase de austenita lo antes posible para así evitar no linealidades y retardos por la histéresis.

Para este caso concreto se tiene que la mejor manera de activar el flexinol será haciendo pasar una corriente por su interior.

Para mejorar la distribución del calentamiento a causa de la resistencia del flexinol se aplicarán los pulsos generados desde el Atmel16 como muestra en la siguiente Figura. Ya que aplicando pulsos cortos y no corriente continua se mejora la respuesta y vida del material [7].

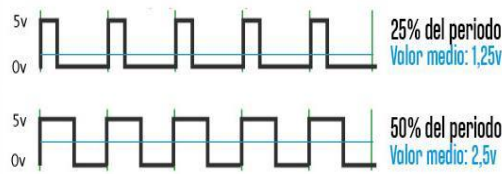


Figura 2. Distintos pulsos para un mismo periodo [ms]

Diseño mecánico

Se propone el diseño de un actuador mecánico en el que una aleación Ni-Ti (Flexinol) genera el movimiento de las plataformas que representaran la posición del extremo del manipulador sobre la pieza, sabiendo si está siendo bien sujeta o si por lo contrario puede tener el riesgo de perderse durante la trayectoria, consiguiendo así una respuesta táctil directamente proporcional al extremo del manipulador.

El dispositivo fue implementado mediante una impresora 3D por su simpleza en el diseño, lo que nos concedía una alta velocidad a la hora de rehacer alguna pieza del prototipo y la ligereza obtenida, alrededor 16g.

La compresión del hilo se consigue por el calentamiento generado mediante el paso de pulsos de corriente y la recuperación mediante un muelle a compresión a medida que se enfría el material.

Hemos considerado este dispositivo de baja resolución debido a que realizamos la representación táctil con una matriz de pivotes de 3 x 2, mediante la unión de las filas como se muestra en la figura.

Para este dispositivo hemos hecho uso de un cable de 100 µm de sección y 3 cm de longitud. Obteniendo una deformación del 5 % siendo esta la mínima para mover la plataforma y obtener así una representación táctil suficiente para que el usuario perciba la posición del objeto en el extremo del manipulador.

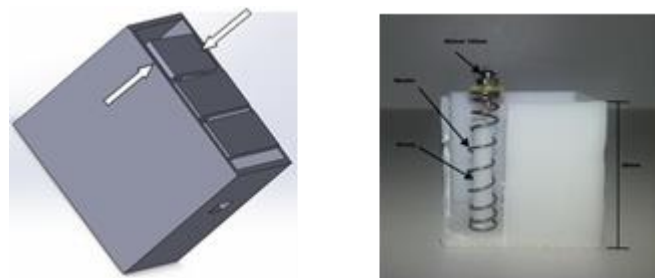


Figura 3. A) Diseño 3D del prototipo. B) Prototipo montado

CONCLUSIONES

La respuesta del dispositivo para un sistema de teleoperación considerado de baja resolución como es el caso que nos ocupa, una pinza simple, es satisfactoria.

Para sistemas de mayor resolución este mismo dispositivo puede cumplir su cometido ya que el aumento de resolución de este no entraña ninguna dificultad, simplemente con replicar el mecanismo de actuación podemos obtener hasta matrices de pivotes de

5 x 5, todo esto sin variar el tamaño del mecanismo actuador.

Por otro lado el aumento de temperatura al mantener la contracción nos hace plantearnos mejorar control del ciclo de trabajo variándolo según varíe la temperatura manteniendo esta, en punto de trabajo.

Los nuevos planteamientos están orientados al trabajo con polímeros conductores y con polímeros con memoria de forma, debido a su facilidad de manipulación e implementación, que junto a las tecnologías existentes de prototipado rápido como las impresoras 3D, el desarrollo de este tipo de dispositivos con diferentes morfologías y la posibilidad de ser adaptadas a diferentes casos puede verse favorecidas y tener un desarrollo más elevado.

REFERENCIAS

- [1] Cano Sánchez A. (2010). "Estudio de implementación de actuadores basados en aleaciones SMA" Universidad Carlos III de Madrid.
- [2] De La Flor López Silvia "Simulación numérica y correlación experimental de las propiedades mecánicas en las aleaciones con memoria de forma." Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Resistència de Materials i Estructures an l'Enginyeria.
- [3] <http://arduino.cc/es/Main/Software>.
- [4] Ig Mo K., Kwangmok J., Choon K., Jae-Do N., Young Kwan L., and Hyouk Ryeol C., (2008) "Development of Soft-Actuator-Based Wearable Tactile Display" IEEE Transactions on Robotics, Vol. 24, No. 3.
- [5] Nakatani M., Kajimoto H., Sekiguchi D., Kawakami N., and Tachi S. "3D Form Display with Shape Memory Alloy" The University of Tokyo, Japan.
- [6] Kobayashi F., Ikai G., Fukui W., and Kojima F., Research Article Two-Fingered Haptic Device for Robot Hand Teleoperation. Hindawi Publishing Corporation Journal of Robotics Volume 2011, Article ID 419465, 8 pages.
- [7] Manual de referencia Atmega168.
- [8] Matsumgal T., Makishi W., Totsu K., Esashi M. and Haga Y. "2-D and D Tactile Pin Display Using SMA Micro-coil Actuator and Magnetic Latch"; Tohoku University Biomedical Engineering Research Organization (TUBERO), Japan. Graduate School of Engineering, Tohoku University, Japan.
- [9] Minamizawa K., Fukamachi S., Kajimoto H., Kawakami N. Tachi S. "Gravity Grabber: Wearable Haptic Display to present Virtual Mass Sensation" The University of Tokyo and The University of Electro- Communications.
- [10] Shimoga K.B. and Khosla P.K. "Touch and Force Reflection for Telepresence Surgery" Center for Medical Robotics and Computer- Aided Surgery The Robotics Institute, Carnegie Mellon University.
- [11] Taylor P.M., Moser A., Creed A. (1998) "A sixty-four element tactile display using shape memory alloy wires".
- [12] Wang H., Kaleas D., Ruuspaakka R., Tartz R., (2012) "Haptics using a smart material for eyes free interaction in mobile devices" IEEE Haptics Symposium 2012 4-7 March, Vancouver, BC, Canada.

Preparación de robot humanoide BIOLOID para las pruebas básicas del concurso CEABOT

J. Masiá, J.R. Rufino, A. Benavent, M. Sandoval

Grup de Robòtica i Mecatrònica. Universitat Politècnica de València, Campus d'Alcoi.

Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n. 03801 Alcoy (Alicante)

E-mail: gromep@upv.es

RESUMEN

En el presente trabajo se procede a la descripción de la preparación y la adaptación del robot humanoide BIOLOID PREMIUM para competir en las pruebas básicas del concurso CEABOT.

Las diferentes pruebas del concurso son las siguientes: Carrera de obstáculos, Prueba de subir y bajar una escalera, Prueba de lucha y Prueba de visión artificial de lectura de códigos QR.

INTRODUCCIÓN

Todos aquellos que hayan trabajado con robots humanoides estarán de acuerdo en que unas de las tareas más laboriosas es programar movimientos en el robot. Básicamente se pueden clasificar en dos tipos: los movimientos que son producidos mediante alguna ecuación matemática previamente estudiada, desarrollada y programada y los movimientos que son producidos por la interpolación temporal de una serie de posturas previamente concebidas y memorizadas [2].

Este artículo se enfoca en el segundo tipo de movimientos los cuales son empleados en los robots humanoides para producir movimientos requeridos en el concurso. Tales acciones se ejecutan normalmente en lazo abierto, es decir, sin la necesidad de corregir en todo instante las trayectorias de brazos y piernas. Una técnica clásica para programar dichos movimientos es descomponerlos en posturas intermedias, las cuales son obtenidas por el programador y posteriormente probadas mediante una interpolación temporal.

OBJETIVOS

El objetivo principal es la preparación del robot BIOLOID para las pruebas del concurso CEABOT. Dicho concurso muestra las habilidades que cada robot humanoide posee mediante el desarrollo de varias pruebas que serán realizadas por separado. A continuación se describirán los objetivos principales de las pruebas:

Carrera de obstáculos

Los robots irán desde un extremo del campo al otro, y vuelta al punto de partida, caminando de cara. El robot deberá esquivar los obstáculos, sin tirarlos ni desplazarlos de su posición.

Los robots saldrán desde la zona central, situada en la Zona de Salida, debiendo llegar a la Zona de Llegada Parcial. Una vez allí, el robot deberá darse la vuelta de forma autónoma e iniciar el proceso de vuelta, una vez haya traspasado por completo la línea de la Zona de Llegada Parcial. Para puntuar se tendrá en cuenta tanto el tiempo transcurrido, como la distancia, y también el número de penalizaciones.

Prueba de la escalera

Los robots para superar esta prueba deberán alcanzar la zona indicada, superando una serie de escalones de subida y de bajada. En esta prueba se puntuará tanto el número de escalones superados como el tiempo empleado para ello.

Prueba de lucha

En esta prueba luchan dos robots de dos equipos diferentes, dentro del Área de Combate según las normas establecidas. Además se valora el comportamiento competitivo del robot, pudiéndose penalizar actitudes pasivas e inmóviles.

Prueba de visión artificial

El objetivo de esta prueba es que los equipos puedan demostrar las habilidades y capacidades programadas en el robot humanoide empleando una cámara. La puntuación reflejará la mayor dificultad del primer caso. El robot iniciará la prueba desde el centro del campo, encarado al primer marcador, el cual contiene un código QR. Cuando el robot se encuentre delante del mismo, deberá decodificarlo e interpretarlo para poder llegar al siguiente.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El humanoide Bioloid Tipo A de [1] es un robot de kit comercial de bajo coste con una altura de 397 mm y un peso de 1,7 kg, alimentado de forma autónoma mediante una batería tipo Li-Po de 11,1 V y 1000 mA. Además está compuesto por un módulo de control central CM-530 capaz de controlar los actuadores Dynamixel AX-12, el sensor infrarrojo DMS, el sensor giróscopo de 2 ejes y otros sensores adaptados para un rendimiento óptimo, como por ejemplo los sensores de infrarrojo para las manos y los pies, una brújula para su orientación y un sensor ultrasónico situado en la cabeza. Dicho robot dispone de 19 servomotores digitales para emular los movimientos articulados de la estructura general del cuerpo humano.

La programación de este robot se lleva a cabo a través de su propio programa llamado RoboPlus. Este programa está formado por varias ventanas, como son, la ventana RoboPlus Motion, donde se programan los movimientos articulados de todo el cuerpo de este, y otra ventana llamada RoboPlus Task, donde se programa con un lenguaje propio y muy visual con estructuras básicas la ejecución de los movimientos anteriormente programados además de las condiciones de control mediante los sensores [3].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para llevar a cabo la oportuna participación en las pruebas del concurso CEABOT, se ha dispuesto de diferentes sensores, de los cuales se realizaron adaptaciones personalizadas para cada una de ellas.

En la prueba de la carrera de obstáculos se adaptaron sensores en las manos junto con el sensor situado en el pecho, otro sensor situado en la parte de la cabeza que se movía conjuntamente con el movimiento de un motor situado en este lugar, además de disponer de una brújula situada en la espalda del robot para un mejor movimiento rectilíneo. Todo esto con el fin de mejorar la distancia de maniobrabilidad ya que se tiene que evitar algunas de las áreas que puedan provocar anomalías en el funcionamiento del robot debido a una mala lectura de los sensores, de esta forma se asegura obtener un adecuado lazo de control entre los sensores y la unidad central.

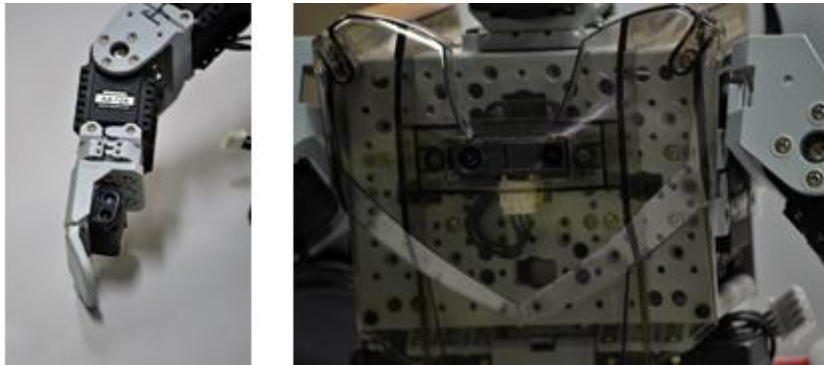


Figura 1. Sensores instalados en las manos y en el pecho del robot.

En la prueba de subir y bajar una escalera se tuvieron que instalar y adaptar unos sensores en los pies del robot, de tal manera que había tres sensores que apuntaban hacia el suelo, así que cuando el pie iba sobresaliendo del escalón, éste nos daba un valor cada vez mayor, con el fin de poder controlar con mejor precisión la bajada de la escalera. Por otra parte también se adaptó un sensor en la punta de los pies para medir la distancia con que se acercaba el pie a los escalones de subida. Todos estos sensores fueron instalados en el robot, ya que iban puestos en un circuito electrónico.

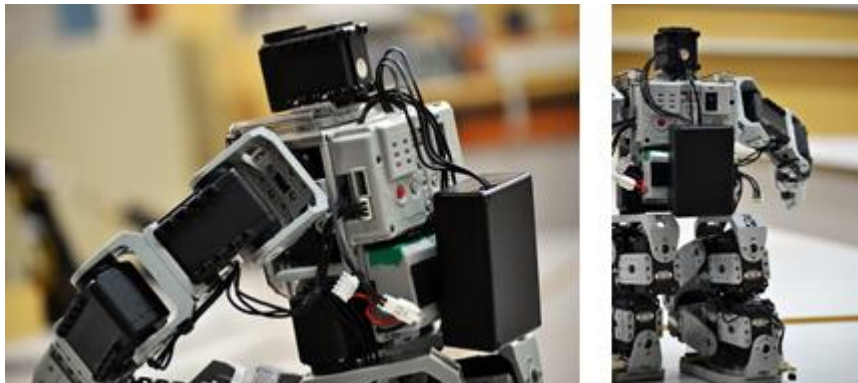


Figura 2. Brújula situada en la espalda del robot.

Además se utilizó la brújula de la Figura 2, de tal forma que se pudiera controlar que el robot estuviera lo más paralelamente posible a los escalones de subida y de bajada, así con ello hacer una programación más precisa del robot.

En la prueba de lucha (Sumo) no fue necesaria una modificación muy considerable en la estructura del robot principalmente por dos motivos, uno de ellos es debido al desgaste imprevisto de los sensores que se pueden producir durante el desarrollo de la prueba y el segundo motivo es básicamente porque esta prueba al ser más aleatoria

se enfoca más desde el punto de vista estratégico. Aun así se debe de estudiar las estrategias a implementar con un mínimo de sensores para intentar ser lo más eficaz posible, en este caso se decidió partir del sensor infrarrojo de la Figura 2, el cual está situado en el pecho del robot, así como algunas modificaciones en los pies con el fin de obtener mayor estabilidad.



Figura 3. Circuito electrónico con los sensores instalados en el pie del robot.

Para la prueba de visión artificial como el robot tenía que decodificar unos códigos QR, se tuvo que instalar en la cabeza del robot una cámara que iba conectada a una Raspberry. Esta mini computadora se colocó en el pecho del robot con una batería de litio para su alimentación.

De la decodificación de los códigos QR se encargaba la Raspberry. Ésta decodificaba la imagen que tomaba desde la cámara y dependiendo de la imagen que decodificara enviaba un número a la unidad central CM-530 del robot, donde posteriormente se creaba el programa para que el robot se moviese de manera autónoma dependiendo del número que le llegara, con el fin de poder ir a buscar al siguiente código QR.

CONCLUSIONES

En este documento se especificó las diversas adaptaciones y especificaciones de diferentes sensores con los cuales llevar a cabo la participación en las pruebas del concurso CEABOT, así como el análisis desde el punto de vista estratégico para el desarrollo óptimo de los movimientos en las cuatro pruebas establecidas.

REFERENCIAS

- [1] Robotis. a-Manual v1.13.01 (2010).
- [2] Craig, J. Introducción a la Robótica, 3ª Edición, Prentice-Hall, (2006).
- [3] Marzal, A. Gracia, I. Introducción a la programación con C, ISBN: 978-84-693-0143-2.

Sistema de reconocimiento mediante visión artificial de códigos QR para posicionamiento de robot humanoide BIOLOID

J. Masiá, J.R. Rufino, M. Gilabert

Grup de Robòtica i Mecatrònica, Universitat Politècnica de València. Campus d'Alcoi, Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n. 03801 Alcoy. jmasia@mcm.upv.es Telf.: 96 652 84 77

RESUMEN

En este trabajo se procede a exponer el proceso de la manipulación de códigos QR, para posicionar un robot humanoide. Con ello, se refleja la importancia de la utilización de sistemas de visión artificial en el control de sistemas automatizados.

Por otro lado, se consigue aumentar la funcionalidad, gracias a la coordinación de varios dispositivos para llevar a cabo una tarea. Se consigue aumentar la autonomía al obtener más información del entorno mediante una cámara, lo que provoca un gran interés en la utilización de sistemas de visión de procedimientos automatizados.

INTRODUCCIÓN

Un robot humanoide presenta movimientos similares a los del ser humano, utilizando varias articulaciones, y dispone de capacidades con grandes posibilidades de explotación. La utilización de cámaras para dotar de autonomía a un sistema robotizado, supone un aumento en el control sobre el proceso realizado, y una mejora en la calidad de la información recibida. La información obtenida por medio de una o más cámaras aumenta las posibilidades, de poder llevar a cabo un proceso de control. En ocasiones, es necesario utilizar diferentes dispositivos para realizar una tarea, ya que por separado puede que no tengan la capacidad de completarla. Es fundamental mantener una correcta comunicación para asegurar la integridad de los datos recibidos.

OBJETIVOS

El objetivo principal es la utilización de una cámara, para aumentar la autonomía y aportar funcionalidad. Con ello, se refleja la importancia de la visión artificial para llevar a cabo ciertos procedimientos relacionados con sistemas automatizados.

Es interesante utilizar varios dispositivos, ya que muchos sistemas no pueden integrar la capacidad de visión directamente. Para ello, se utilizará un método de comunicación, de esta forma se podrá recibir información del exterior, procesarla y producir una reacción, que variará en función de los valores de interés recibidos.

La utilización de mecanismos de visión facilita la detección de elementos del entorno, que no podrían ser detectados por medio de sensores corrientes, como puede ser la detección de códigos QR, u otros elementos que tampoco puedan ser detectables. La principal aplicación del objeto de estudio, es su utilización durante las pruebas realizadas en el concurso nacional de robots humanoides CEABOT.

METODOLOGÍA

Es necesario utilizar ciertos dispositivos y elementos, para poder llevar a cabo los diferentes procedimientos del trabajo realizado. A continuación se procede a describir el material utilizado, indicando algunas características importantes a destacar.

Robot

El robot utilizado es un kit comercial Bioloid, que cuenta con un grupo de motores de tipo servo, que generalmente tienen un rango limitado de movimiento. Los movimientos realizados se llevan a cabo mediante rutinas, diseñadas para adoptar las posiciones correctas y permitir el desplazamiento del robot, facilitando la actuación.

Raspberry

Con el objetivo de gestionar las imágenes utilizadas, es necesario utilizar un dispositivo que permita almacenar y analizar las imágenes, obtenidas por la cámara. Para llevar a cabo esta función se ha optado por utilizar una Raspberry, por su facilidad de integración y su bajo consumo. Entre los sistemas operativos compatibles, se ha elegido Raspbian (sistema operativo basado en Debian, optimizado para Raspberry), ya que posibilita las funcionalidades requeridas. Se han realizado las configuraciones necesarias para poder utilizar los scripts (utilizando C++ y Python).

Cámara

Para el desarrollo de las pruebas se utiliza una cámara con conexión CSI (Camera Serial Interface), compatible con Raspberry. Este tipo de cámaras utilizan un cable plano de 15 pines y la velocidad de transmisión es más elevada que la obtenida mediante comunicación USB. Con esto es posible conseguir un mejor rendimiento.

QR

Los códigos QR son elementos muy útiles en la actualidad, alguna de sus capacidades son el aumento en el almacenamiento de datos (una cierta cantidad de información encapsulada en una pequeña superficie) o la seguridad añadida con el cifrado (utilizado en estenografía y en procesos de encriptado de información) [1].

Colaboración

El robot humanoide tiene la capacidad de desplazarse por el entorno y detectar algunos elementos, evitando las posibles colisiones. La Raspberry, por su parte, cuenta con la capacidad de utilizar la cámara, obtener información y analizarla. Los métodos cooperativos proporcionan mejoras en el comportamiento de sistemas automatizados, ya que unos dispositivos influyen en otros y se consigue un mejor comportamiento o actuación, en diferentes situaciones y/o condiciones [2].

Comunicación

La comunicación serie tiene una gran importancia y representa un papel fundamental en el desarrollo de aplicaciones, relacionadas con microcontroladores [3]. Para el control de la comunicación se suele utilizar el método maestro-esclavo, donde un dispositivo actúa como maestro, solicitando información. Por otro lado, otros dispositivos, que son conocidos como esclavos, están a disposición del maestro para responder ofreciendo una respuesta adecuada, a las solicitudes recibidas [4].

RESULTADOS

Con el objetivo de obtener imágenes del entorno y conseguir información sobre los diferentes elementos existentes, se han realizado una serie de pruebas donde se han obtenido diferentes códigos QR. Posteriormente dichos códigos han sido manipulados para extraer de ellos los datos de interés, consiguiendo los posibles valores a enviar.

A continuación se puede observar un ejemplo de los resultados en la obtención de los códigos QR, para posteriormente poder obtener los datos contenidos en su interior:



Figura 1. Obtención de una imagen con código QR para analizar posteriormente.

En la figura 1 se muestra una imagen obtenida por el módulo de cámara Raspberry, mediante el uso de un script. La imagen se ha realizado en baja calidad y con tamaño reducido, para evitar un posible aumento en el retardo del procedimiento. A continuación se identifican los datos extraídos del código QR, existente en la imagen de la figura anterior:

Tabla 1. Datos extraídos del código QR de la figura 1.

Imagen analizada	Datos extraídos
ImgQR.jpg	Turn45R

Una vez extraídos los datos, se manipulan para enviar la indicación del próximo movimiento a realizar por el robot. Con los datos extraídos, podemos identificar la dirección de giro, L (izquierda) o R (derecha), y el ángulo (en este caso 45°). Empleando un número no elevado de combinaciones, se ha establecido un código a enviar para cada instrucción, extraída de los códigos integrados en las imágenes:

Tabla 2. Manipulación de datos con las combinaciones obtenidas.

Combinación	Código a enviar
Turn45R	1
Turn45L	2
...	...

CONCLUSIONES

Los sistemas de visión son de gran importancia para obtener una información completa y fiable, sobre el entorno, posibilitando el aumento en la autonomía. El comportamiento del dispositivo autónomo puede diferir en gran medida, al carecer de cierta información facilitada por un sistema de visión.

La actuación cooperativa con diferentes dispositivos es fundamental en muchas situaciones, ya que se consigue complementar posibles debilidades o carencias, presentes en los elementos utilizados. El conjunto resultante es capaz de tener un mejor comportamiento y mayores prestaciones para actuar ante diferentes situaciones.

Es posible la utilización de dispositivos como Raspberry para actuar en sistemas de reconocimiento, cumpliendo con ciertos requisitos y teniendo en cuenta las limitaciones.

Al utilizar un método de comunicación, como el maestro-esclavo, se mantiene un orden en las peticiones y respuestas realizadas, durante la ejecución de las tareas [4]. Se mantiene el control sobre el comportamiento de los dispositivos, por ejemplo, esperando a recibir una respuesta a una petición, antes de realizar un determinado movimiento.

Con la utilización de códigos QR se podría establecer un sistema de cifrado, con lo que se añade una cierta seguridad en la información y sería posible desarrollar métodos de comunicación [1]. Se conseguiría modificar el comportamiento de los posibles dispositivos utilizados y tener un cierto nivel de control en su funcionamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a l'Escola Politècnica Superior d'Alcoi, campus perteneciente a la UPV, y a Multiscan Technologies S.L. por la financiación recibida. No sería posible realizar las actividades llevadas a cabo sin su apoyo. Por parte de los alumnos se agradece la oportunidad de poder realizar este tipo de participación y se realiza con la mayor dedicación y esfuerzo posible para cumplir con los objetivos.

REFERENCIAS

- [1] Suraj, K.S., Sandeep, K.G., *QR Code and Application in India*, Volume 2, (2013)
- [2] Alexander D., Joachim V.Z., Andrea C., Robert R., *Path Control: A Method for Patient-Cooperative Robot-Aided Gait Rehabilitation*, VOL.18, NO. 1, (2010)
- [3] Mao S.W., Xi M.W., Wen J.L., *Application of the Serial Port in Experiment Teaching and Development of Embedded Products*, (Volumes 271 - 273)
- [4] Qingfeng W., *Design of the Escaping-channel in Communication Based on Master-slave Method Through Serial Port*, Volume 13, (2013)

Laboratorio de tribología: Determinación de los coeficientes de fricción en aceros de alta dureza

**M.A. Sellés⁽¹⁾, S. Sánchez-Caballero⁽¹⁾, R. Pla⁽¹⁾, M.J. Reig⁽¹⁾, V.J. Seguí⁽¹⁾,
E. Pérez-Bernabeu⁽²⁾**

*(1) Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales,
Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrándiz y Carbonell, 1 03801 Alcoy (Alicante)*

*(2) Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad
Universitat Politècnica de València
Escuela Politécnica Superior de Alcoy
Plaza Ferrándiz y Carbonell, 1 03801 Alcoy (Alicante)*

RESUMEN

El presente documento pretende mostrar las capacidades del nuevo simulador de deformación plástica, de reciente construcción, y capaz de realizar ensayos en cualquier tipo de material, hasta una fuerza de 10 kN. Esta máquina forma parte de uno de los equipos con los que cuenta el Laboratorio de Tribología de la EPSA, recientemente equipado con un sistema portátil de calentamiento rápido por inducción y una cámara de alta velocidad.

INTRODUCCIÓN

Los nuevos aceros TWIP (del inglés TWinning Induced Plasticity) nacieron en 2005 para responder a las expectativas de los constructores que estaban siempre en busca de soluciones de aligeramiento. Estos aceros constituyen un nuevo paso en la seguridad de los vehículos y aeronaves, entre otras aplicaciones. Tienen una gran capacidad de alargamiento y de resistencia.

Si se utilizasen en el sector del transporte, sería posible disminuir el peso de un automóvil o aeronave sin renunciar a su resistencia, y obtener formas mucho más complejas que las que se obtienen con los aceros convencionales. Se ha constatado las mejoras alcanzadas desde los costes, ligereza y alta resistencia; pero hay que recalcar que estos aceros poseen también unas características mecánicas diferentes a las convencionales que se traducen en un desconocimiento por parte las empresas a la hora de trabajar con ellos [1,2].

MÉTODOS EXPERIMENTALES

El simulador

Con el simulador de deformación plástica se podrían determinar las propiedades tribológicas y de fricción de estos aceros en operaciones de conformado industrial, bajo todo tipo de condiciones y factores. Dadas las excepcionales características de este material, se propone su implantación en la industria aeronáutica y de automoción. Con el posible uso de los aceros TWIP como elemento estructural básico en las carrocerías permitiría un ahorro energético considerable, pues al ser más livianos que los aceros convencionales, el consumo del vehículo o aeronave sería menor. Además,

dada la enorme elongación que tienen los TWIP, los vehículos serían más seguros al poder absorber más energía en un hipotético impacto. Mediante la utilización de los aceros TWIP se puede por tanto ahorrar peso, incrementar la carga útil y reducir los costes de fabricación. Algunos ejemplos de aplicaciones en segmentos son: industria aeroespacial, vehículos de pasajeros, ferrocarriles, grúas y equipos de elevación, remolques, tubos y perfiles, volquetes, equipos agrícolas, etc.

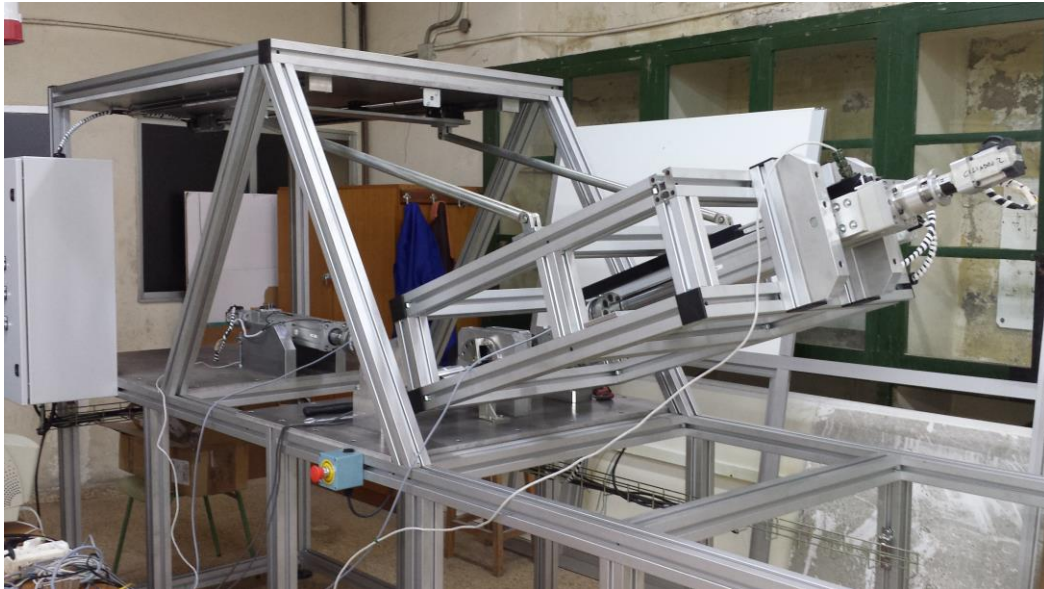


Figura 1 Fotografía del simulador de deformación plástica en Viaducto.

El objetivo general del grupo de investigación es la determinación de las características tribológicas y de fricción de los aceros TWIP para obtener los parámetros óptimos de procesabilidad en las operaciones de conformado industrial. Estos parámetros serán esenciales para poder configurar el software de simulación en las situaciones en las que existan grandes deformaciones. En estos casos, el cálculo del coeficiente de rozamiento de Coulomb (método de cálculo utilizado por el software de simulación) no es válido por no contemplar estas zonas de extrema deformación.

Las tareas que se van a llevar a cabo son:

1. Estudiar las diferentes posibilidades y ámbitos de aplicación de los aceros TWIP en el sector del transporte.
2. En base a los resultados obtenidos de los experimentos, determinar las características tribológicas y de fricción que influyen en la conformabilidad de los aceros TWIP.
3. Aplicar diferentes modelos matemáticos para el cálculo de los puntos de máxima conformabilidad y construir la curva FLC (Forming Limit Curve).
4. Simular el conformado de los aceros TWIP mediante una técnica FEM a partir de los resultados experimentales obtenidos y extrapolar los datos a geometrías complejas.

5. Comparar los métodos teóricos y experimentales en la obtención de las curvas FLC y estudiar de la validez de las curvas FLC en aceros TWIP.
6. Determinar el LDR (Limit Drawing Ratio) en aceros TWIP y estudiar la influencia de la anisotropía plástica en la determinación del LDR.

El sistema de calentamiento por inducción

El simulador está equipado también con un sistema de calentamiento por inducción, para someter a temperaturas de hasta 1300°C a los materiales a ensayar.

El calentamiento por inducción es un proceso que se utiliza para endurecer, unir o ablandar metales u otros materiales conductivos. En procesos modernos de fabricación, el calentamiento por inducción ofrece una atractiva combinación de velocidad, consistencia, control y eficiencia energética.

Cuando una corriente alterna se aplica al primario de un transformador, se genera un campo electromagnético. Según la Ley de Faraday, si el secundario del transformador se coloca dentro del campo magnético, se induce una corriente eléctrica.

En una configuración básica de calentamiento por inducción, una fuente de alimentación genera una corriente alterna que atraviesa un inductor (normalmente una bobina de cobre) y la pieza a calentar se sitúa dentro de dicho inductor. El inductor actúa de primario del transformador y la pieza de circuito secundario. Cuando la pieza metálica es atravesada por el campo magnético, se inducen corrientes de Foucault en dicha pieza.

Las corrientes de Foucault fluyen contra la resistividad eléctrica del metal, generando un calor localizado y preciso sin ningún contacto directo entre la pieza y el inductor. Este calentamiento ocurre con piezas magnéticas y no-magnéticas, y a menudo se conoce como “Efecto Joule” que hace referencia a la primera ley de Joule (fórmula científica que expresa la relación entre calor producido y corriente eléctrica a través de un conductor).



Figura 2. Fotografía del generador de inducción DIGIMAC.

La cámara de alta velocidad

El laboratorio dispone también de una cámara de alta velocidad para investigar mejor los procesos. Para aplicaciones especiales, como puede ser el análisis de movimiento, las cámaras de alta velocidad son un instrumento indispensable.

Con la capacidad de captar imágenes de alta calidad a las resoluciones y velocidad más comunes, estas cámaras se adaptan a la amplia gama de aplicaciones científicas

de ingeniería e investigación, respondiendo a las exigencias de las pruebas y los análisis.

La cámara Miro M110 es una cámara pequeña, ligera, robusta y repleta de funciones avanzadas disponibles en la actualidad. Es de 1 megapíxel e incluye un sensor CMOS de 1280 x 800, con un formato de pantalla ancha que permite al usuario mantener más tiempo los objetos dentro del cuadro y ver más detalles del evento que están registrando. Tiene un rendimiento de 1,6 Gigapíxeles por segundo (Gpx/s), permitiendo captar imágenes hasta 1600 cuadros por segundo (cps) a la resolución completa. Si se necesitan velocidades superiores, se puede recurrir a imágenes de menor resolución de hasta 400.000 cps. Tiene también una alta fotosensibilidad y un amplio rango dinámico para captar imágenes con baja iluminación de calidad superior, que suelen ser un problema para las imágenes de alta velocidad.



Figura 3. Fotografía de la cámara Phantom Miro 110.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al *Programa de ayudas GVA FEDER 2014*.

REFERENCIAS

- [1] O. Grässel, y otros., "High strength Fe-Mn-(Al, Si) TRIP/TWIP steels development -- properties -- application," *International Journal of Plasticity*, vol. 16, pp. 1391-1400 (2000).
- [2] C. AUTOMOTIVE, "POCKET BOOK OF STEEL," CORUS AUTOMOTIVE (2009).

Identificación y valoración de impactos en la construcción de un campamento

S. Genís, M.D. Gregori

*Departamento de Ingeniería Gráfica. Universitat Politècnica de València
Escuela Politécnica Superior de Alcoy
Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoi, (Alicante)
e-mail: sgenis@dig.upv.es*

RESUMEN

De los elementos del medio susceptibles de impacto, hay que destacar, por su mayor relación con las acciones producidas durante la instalación del campamento privado los siguientes factores: atmósfera, suelo, aguas subterráneas, aguas superficiales, vegetación, fauna, paisaje y medio socioeconómico.

Se describirán las medidas correctoras que se deberán tener en cuenta y llevar a cabo durante la construcción y funcionamiento de las infraestructuras, para conseguir la minimización y eliminación de los riesgos potenciales de contaminación, así como la alteración de los componentes del medio y poder mejorar la integración de la infraestructura en el entorno.

INTRODUCCIÓN

Impacto sobre el medio físico

Impacto sobre la atmósfera. Los impactos principales que se darán en la atmósfera procederán del polvo y las emisiones de los motores de la maquinaria utilizada durante las labores de acondicionamiento del campamento, así como los levantamientos de polvo producido por el tráfico y descarga de los residuos:

Emisiones gaseosas: estas vendrán dadas por la combustión de los motores de la maquinaria móvil de carga y transporte. Este impacto se puede considerar bajo debido a la escasa frecuencia de circulación

Emisión de Polvo: las únicas emisiones de polvo se producirán durante la fase de acondicionamiento de la actividad, y serán mínima dada la escasa entidad del movimiento de tierras.

Ruido: que afectará principalmente a la fauna y a las personas, está producido por el paso de la maquinaria a utilizar. El impacto se puede considerar sin importancia dado que las labores a realizar se efectuarán en un plazo lo más corto posible.

Impacto sobre el suelo: durante la fase de construcción se producirá una disminución o enterramiento de los suelos como consecuencia de los movimientos de tierra y explanaciones que se realizarán para el acondicionamiento de accesos y zonas de instalación. El suelo puede contaminarse químicamente por causa de los posibles lixiviados o del vertido de aguas residuales sin tratar si no se recogen adecuadamente.

Impacto sobre el agua: se ha escogido una zona que supone un mínimo riesgo para la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.

Sobre las aguas subterráneas la realización de una excavación en un lugar donde la capa freática esté a poca profundidad, puede provocar una disminución del nivel freático si la excavación efectuada sobrepasa este nivel. En el caso que nos ocupa no se espera un nivel freático somero o un nivel freático colgado que pueda ser cortado. Por tanto, no se producirá impacto directo sobre los recursos de las aguas subterráneas puesto que no se interceptará la superficie piezométrica existente.

En cuanto a la contaminación de los acuíferos, existe la posible contaminación por la propia manipulación de los lubricantes, combustibles, etc., que pueden producir un impacto negativo apreciable si no se toman las medidas correctoras adecuadas.

Sobre las aguas superficiales: puede contemplarse desde dos puntos de vista: el aumento de la carga sólida de las aguas y la contaminación química.

El aumento de la carga sólida y la turbidez en las aguas superficiales se producen por la incorporación de partículas sólidas derivadas de las labores de acondicionamiento en la excavación y transporte de los materiales, en las aguas de escorrentía superficial.

La contaminación química puede producirse por la mala manipulación y almacenamiento de los lubricantes y combustibles utilizados en la maquinaria a utilizar.

Impacto sobre el paisaje: se produce por:

- La modificación de la topografía
- La destrucción de la vegetación
- Creación de zonas susceptibles de ser erosionadas

Impacto sobre el medio biótico

Impacto sobre la vegetación: la eliminación de la vegetación debe valorarse, por su efecto sobre el paisaje y por la desaparición de las especies protegidas.

Sin embargo, este impacto se convertirá en positivo durante la fase de acondicionamiento del campamento, puesto que la revegetación del emplazamiento con vegetación autóctona mejorará e integrará en el paisaje el aspecto actual del área en estudio.

Impacto sobre la fauna: la fauna será afectada por la desaparición de la vegetación, por el ruido y por el aumento de la presencia humana en la zona. Ahora bien, tal y como se expuso en el presente estudio, la fauna característica de la zona es la propia de hábitats en los que la presencia humana es generalizada, por lo que el impacto que se pueda producir es bajo y transitorio. Aun así, y teniendo en cuenta que la fauna tiene una cierta capacidad de reacción, se han diferenciado los siguientes tipos de animales:

- Los animales que se desplazan a cierta velocidad. Estos abandonarán la zona al iniciarse la explotación de las infraestructuras, desplazándose a zonas adyacentes no afectadas. Así, el impacto sobre la fauna será bajo, ya que tras un corto periodo de tiempo, el ecosistema no afectado por la explotación, absorberá la alteración.
- Los animales de movimientos lentos (por ejemplo, la fauna del suelo) que queden atrapados, serán destruidos al remover el suelo. No obstante estos no serán muy abundantes dado el substrato rocoso del emplazamiento y la escasez de suelo.

Impacto sobre el medio socioeconómico

Aunque pueden generarse impactos negativos como es el aumento de tráfico, sobre todo en los meses estivales. Este aspecto queda, no obstante, amortiguado por el modelo de gestión que se propone como es el delimitar la velocidad tanto dentro como fuera del recinto en el que se sitúan casas diseminadas o urbanizaciones.

La fase de construcción supondrá en cierta medida una dinamización del sector en el municipio, con mayor demanda de materiales y de mano de obra, así como para el posterior equipamiento interior del campamento y de sus instalaciones propias.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Valoración del impacto ambiental

El método elegido para la valoración del impacto ambiental ha sido el de la matriz de impacto, en la cual se representarán los factores del medio en las filas y en las columnas, las acciones sobre él. Cada interacción fila-columna se resolverá con un signo indicador cualitativo de la magnitud del impacto.

Se han realizado una matriz de impacto. En la matriz de impacto se han tenido en cuenta las distintas fases del proyecto:

- 1.- Construcción o acondicionamiento.
- 2.- Funcionamiento.

RESULTADOS

		matriz de impacto														
		Fase de Construcción						Fase de funcionamiento								
		Impugnación de obras y fase de preparación del terreno	Movimiento de tierras	Destricción de la cobertura vegetal	Acondicionamiento del terreno para la instalación	Funcionamiento y mantenimiento de maquinaria y vehículos a motor	Vías de acceso	Tráfico de vehículos	Emisión de óxidos y polvo	Control de emisión de gases	Mantenimiento de las instalaciones					
Medio físico	Clima	Microclima	Afectación microclima													
	Atmósfera	Emissiones gaseosas	Contaminación por gases													
		Polvo	Contaminación por partículas sólidas													
	Ruido	Ruido	Contaminación acústica													
		Suelo	Modificación del espesor de cobertura edáfica													
	Agua	Agua subterránea	Disminución de los recursos													
			Contaminación de acuíferos													
		Agua superficial	Aumento de la carga sólida													
	Paisaje		Contaminación química													
		Impacto visual														
Topografía																
Medio Biótico	Vegetación															
Fauna		Eliminación														
Medio socioeconómico	Gestión territorial	Alteración proyectos alteración territorial														
	Socioeconomía	Desarrollo socioeconómico														
Patrimonio artístico y cultural		Alteración del estado de conservación														

Impacto negativo significativo
 Impacto negativo medianamente significativo
 Impacto negativo poco significativo

Sin impacto
 Impacto positivo

Figura 1. Impacto del medio según la fase de construcción y funcionamiento del campamento

CONCLUSIONES

Corrección del impacto sobre la atmósfera

El impacto producido por el ruido se minimizará con la presencia de una barrera vegetal exterior a la valla de cierre, formada por árboles y arbustos autóctonos de la zona, que actuará como barrera sonora además de ayudar a la integración paisajística.

Corrección del impacto sobre el suelo

El suelo es un sistema natural extremadamente frágil, no renovable a corto plazo y estructurado, generalmente, en diferentes horizontes con propiedades físico-químicas propias. Con el fin de acelerar el proceso de revegetación de las distintas zonas, una vez concluidas las actividades de acondicionamiento, se procederá a la deposición de una capa de tierra vegetal, de al menos 0.5 m, para el desarrollo de la vegetación y se

prevendrán los correspondientes mantenimientos de la misma durante 2 años, esto disminuirá los procesos erosivos.

Corrección del impacto sobre el agua

Se construirán zanjas perimetrales para la recogida de las aguas de escorrentía para impedir que penetren en la zona de acampada.

Corrección del impacto sobre el medio biótico

Todos los ajardinamientos que se realicen se harán con especies vegetales autóctonas.

En cuanto al impacto sobre la fauna, la desaparición de ésta irá ligada a la desaparición de la vegetación, y en menor medida el polvo y al ruido producido en las labores de acondicionamiento y explotación de la actividad. El desplazamiento que sufrirán las comunidades no será importante, al ser típicas de hábitats antropizados.

Corrección del impacto sobre el paisaje

Durante la fase de construcción del campamento, se revegetarán las zonas que se han adecuado para habilitar las parcelas del mismo, y así, mejorar su integración paisajística. Teniendo en cuenta las medidas tomadas sobre el suelo y la vegetación, incidirán en los procesos de colonización de los hábitats de especies originales de la zona, así se creará un ecosistema lo más parecido y acorde con la zona en las que se sitúa el emplazamiento en estudio.

Corrección del impacto sobre el medio socioeconómico

Este tipo de infraestructuras tienen muy buena aceptación social, consecuencia del gran auge del turismo en esta modalidad en toda la Comunidad Valenciana, así como el buen clima existente en la zona.

Al pretender potenciar la relación directa de los usuarios con la naturaleza, es necesario que se emplace en el medio rural, alejada de zonas industriales y de actividades molestas, insalubres, nocivas o peligrosas.

Corrección del impacto sobre el patrimonio artístico y cultural

Durante el desarrollo de la actividad, se evitará el paso de vehículos de transporte cerca de los yacimientos arqueológicos cercanos al entorno y se deberán proteger de la emisión de polvo.

Del mismo modo se restringirá el tránsito de vehículos por las vías pecuarias existentes. En este caso no afecta a la zona en estudio.

REFERENCIAS

- [1] Norma ISO 14001- 14004
- [2] Zarate Martin, Manuel Antonio y Rubio Benito, Maria Teresa. 2005. Geografía Humana. Sociedad, Economía y Territorio. Madrid. Editorial universitaria Ramon Areces.
- [3] Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992
- [4] Directiva 91/692/CEE del Consejo, de 23 de diciembre de 1991
- [5] Sobre la normalización y la racionalización de los informes relativos a la aplicación de determinadas directivas referentes al medio ambiente
- [6] Ley 9/2006, de 28 de abril
- [7] Evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- [8] Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero. Se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos
- [9] Ley 26/2007, de 23 de octubre
- [10] LEY 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental

LISTADO DE PARTICIPANTES

<u>Listado de autores</u>	<u>Páginas</u>
Abad, A.	93
Agud, L.	97
Amat, A.M.	113
Andrés B.	33
Baena-Murillo, E.	117
Balart, R.	105 117 131
Benavent, A.	167
Boix, M.	97
Bonet, M.	17 155
Boronat, T.	109 131
Bou-Belda, E.	17 151 155 159
Cantó, B.	37
Cantó, R.	81
Capablanca, L.	17
Carbonell-Verdú, A.	109 131 139
Cardona, S.C.	53
Carlos, S.	21
Castillo, M.A.	113
Coll, C.	37
Cosma, P.	135
Crespo Amorós, J.E.	69 97
Cuesta-Frau, D.	101
Díaz, P.	151 155 159
Dolça, C.	17
Doménech, A.	113
Domingo, M.	61 65 143
Esquerdo, T.V.	73 77 89
Faulín, J.	57
Fayez, R.	41
Fenollar, O.	109 139
Ferrándiz, M.	17 127 135
Ferre-Aracil, J.	53
Ferri, J.	163
Ferri, J.M.	49 105 139
Fini, P.	135
Fombuena, V.	13 49
Franco, E.	17 135
Gabaldón, J.A.	135
Gadea Borrell, J.M.	45 121
García-Ballesteros, S.	113
García-García, D.	13 105 131
García-Sanoguera, D.	13 131
Genís, S.	179

Gilabert, E.	117				
Gilabert, M.	171				
Ginestar, D.	41				
Gisbert, J.	151				
Gonga, E.	93				
Gregori, M.D.	179				
Jordán, J.	101				
Jordá-Vilaplana, A.	13	49	139		
Juan, A.	57				
Juliá Sanchis, E.	45	121			
Llinares, B.	85				
López, J.	105				
López-Pérez, M.F.	93				
Lora-García, J.	93				
Lucena, M.	117				
Luna, R.	61	65	143		
Macías-García, A.	97				
Maderuelo, R.	73	77			
Mansilla, B.	163				
Martín Castizo, M.	77				
Martínez-Verdú, F.	117				
Martorell, S.	21				
Masiá, J.	163	167	171		
Meneses Rodríguez, J.M.	77				
Micó, P.	89				
Micó-Vicent, B.	117				
Millán, C.	61	65	143		
Miró i Martínez, P.	69	101			
Montanes, N.	109	131	139		
Montava, I.	151	155	159		
Montoro, A.	159				
Muñoz, M.	127				
Nadal Gisbert, A.V.	69	73	77	89	97
Navarro-Laboulais, J.	53				
Núñez, E.	135				
Pacetti, A.	45				
Parres, F.	97				
Pérez, E.	135				
Pérez, L.M.	135				
Pérez-Bernabeu, E.	57	175			
Peydró, M.A.	73				
Picó, J.F.	3				
Pla-Ferrando, R.	85	175			
Poler, R.	25	29	33		

Reig, M.J.	175		
Ricarte, B.	81		
Rufino, J.R.	163	167	171
Sabater, C.	113		
Samper, M.D.	49	105	109
Sánchez, E.	37		
Sánchez-Caballero, S.	85	175	
Sánchez-Nácher, L.	13	49	
Sánchez-Sáez, F.	21		
Sanchis, R.	25	29	
Sandoval, M.	167		
Santonja, C.	61	65	143
Sanz Buades, V.	45		
Sarasa, C.P.	147		
Sarasa-Pérez, J.	147		
Sastre, C.	89		
Satorre, M.A.	61	65	143
Sebastiá, N.	159		
Seguí, V.J.	175		
Segura Alcaraz, J.G.	45	69	121
Sellés, M.A.	57	85	175
Tormo, F.J.	163		
Urbano, A.M.	81		
Varela-Entrecanales, M.	101		
Vargas-Rojo, B.	101		
Vercher, R.	113		
Verdú, G.	41		
Vidal-Ferrándiz, A.	41		
Zamorano Cantó, M.	69		