

Durabilidad y degradación de plásticos: la falsa dicotomía del diseño para la sostenibilidad

J.D. Badia^{1,2}, O. Gil-Castell¹, R. Teruel-Juanes¹, A. Ribes-Greus¹

¹Instituto de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Camí de Vera, s/n, 46022 València, España

²Departament d' Enginyeria Química. Escola Tècnica Superior d' Enginyeria. Universitat de València. Av. de la Universitat, s/n, 46100, Burjassot, España



El diseño de nuevos productos plásticos, desde el punto de vista clásico de la sostenibilidad, debe atender a los requerimientos de tres ejes: (i) el económico, ya que aporta valor en términos de crecimiento empresarial, posicionamiento y competitividad; (ii) el social, al responder a una necesidad de la sociedad; (iii) y el medioambiental, dado que se exige que contribuya a cuidar el entorno donde se desarrollan las actividades sociales y económicas. En la concepción de un plástico, el diseño se sustenta en la interrelación entre (i) el material elegido, y sus propiedades intrínsecas; (ii) el proceso de transformación, con sus ventanas de procesado; y (iii) la aplicación de destino, con sus requerimientos y prestaciones. Así, de la confluencia del prisma de sostenibilidad y del prisma de diseño para la generación de nuevo producto, surge la dicotomía entre los términos durabilidad y degradación, supuestamente antagónicos, aunque nada más lejos de la realidad.

Ahora bien, para el desarrollo de nuevos productos plásticos se debe añadir la perspectiva del prisma de servicio, que contiene las tres vidas del producto: la vida pre-servicio, la vida en servicio y la vida post-servicio. La vida pre-servicio tiene en cuenta, durante la etapa de diseño, la adecuación de propiedades, prestaciones, requerimientos, funcionalidades, especificaciones, características o indicaciones a tiempo 0. La vida en servicio, en cambio, añade no sólo la variable temporal a la ecuación, sino que incluye la interacción entre producto y condiciones de aplicación. Finalmente, en la vida post-servicio se balancean la eliminación y la valorización del producto, tras cumplir su función, con el objetivo de reducir el impacto.

La vida pre-servicio: conexión entre estructura y prestaciones

De forma general, los términos de durabilidad y degradación no se contemplan bajo la perspectiva de la vida pre-servicio. El objetivo es el aumento de las prestaciones y/o funcionalidad del producto, en base a una modificación en su composición y/o en el proceso de fabricación. Para su evaluación, normalmente se atiende a caracterizaciones de tipo térmico y reológico para la estimación de las ventanas de procesado, y ensayos mecánicos para evaluar la rigidez y/o elasticidad de los productos. Asimismo, se evalúan propiedades de aplicación tales como transporte de materia y/o energía para aplicaciones de membrana, barrera o conductividad.

No obstante, la correlación entre estas propiedades y las puramente estructurales no siempre llega a producirse. En esta etapa es esencial conocer los mecanismos y razonamientos físico-químicos que permiten interconectar el estado estructural de los plásticos con la respuesta deseada, catalizando los procesos de reingeniería y aumentando el valor del diseño.

La vida en servicio: modelos experimentales de simulación

Bajo la perspectiva de la vida en servicio, el concepto de durabilidad adquiere una connotación positiva, mientras que el de degradación se considera un aspecto negativo. El objetivo del diseño para la vida en servicio más extendido se focaliza en la conservación de las propiedades y prestaciones de la respuesta durante un tiempo prolongado, no necesariamente estipulado ("cuanto más... mejor!"). Sin embargo, el producto debería estar diseñado para el tiempo en el que se va a utilizar.

Cuando un producto está en funcionamiento, se encuentra sometido a diferentes agentes externos que, de for-

ma individual y/o combinada, puede menoscabar las prestaciones del mismo. Es el caso de agentes abióticos como temperaturas, presiones, luz solar, tensiones mecánicas, compuestos hidrolíticos y/o oxidantes, entre otros. A éstos hay que sumar agentes bióticos como enzimas, bacterias, hongos, microbios, insectos, animales y, por supuesto, los humanos. En consecuencia, es necesario prever el comportamiento de los plásticos ante las condiciones previstas de funcionamiento a partir de ensayos normalizados, acelerados o ad hoc, no sólo para simular las condiciones de servicio, sino también para diseccionar el grupo de agentes degradantes y evaluar el efecto individual de cada uno de ellos sobre las prestaciones del plástico, con objeto de optimizar la reingeniería de su diseño.

La vida post-servicio: valorización material, energética, biológica

El concepto de durabilidad adquiere, bajo la perspectiva de la vida post-servicio, una connotación negativa, mientras que la degradación se considera positiva y deseable. Cuanto más fácil sea conseguir la degradación del material de forma deliberada y controlada, más eficiente será el proceso de valorización y/o eliminación, desde los puntos de vista energético, económico y medioambiental.

Los programas europeos de investigación dentro de H2020, bien en retos sociales, liderazgo industrial o los partenariados público-privados como SPIRE (Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency) o BBI (Bio-Based Industries) consideran en sus planes estratégicos los criterios de diseño para el residuo como elemento prioritario en la evaluación de proyectos. Por ello, las innovaciones en plásticos deben abordar cuál es el destino final más apropiado y entenderlo como una propuesta de valor y oportunidad de negocio. En este sentido, las estrategias de valorización se recogen, principalmente, bajo tres opciones: valorización material, energética o biológica.

La valorización material consiste en la conversión de un material en desuso en un nuevo recurso material. Este proceso puede llevarse a cabo mediante reciclaje, que requiere de degradación termo-mecánica ajustada para no disminuir en demasía el grado de las nuevas granzas, o bien a través de procesos de descomposición térmica, termo-oxidativa o termo-hidrolítica, para la obtención de materias primas monoméricas u oligoméricas. Asimismo, también podrían aplicarse procedimientos solvo-químicos para la obtención de productos de alto valor añadido que forman parte de los nano-compuestos.

Las dificultades de la valorización material residen en la homogeneidad de composiciones de los productos plásticos, tanto por naturaleza (copolímeros, blendas, aditivos, masterbatches, o composites), como por configuración del producto (multicapas, etiquetados o multi-piezas, entre otros), lo cual requiere de sistemas de recogida y selección de fracciones de residuo apropiadas. No obstante, sigue siendo una opción muy apropiada para los commodities y para aplicaciones de plásticos en los que se pueda garantizar una elevada pureza de un polímero en su composición.

La valorización energética se basa en procesos de descomposición térmica o termo-oxidativa, con el objeto

de obtener energía. Es el caso de opciones tecnológicas como la pirolisis, la gasificación, la combustión controlada o la incineración. Las dificultades en este caso estriban en el conocimiento de las cinéticas del proceso y control de los gases de emisión, principalmente dióxido de carbono y agua. Afortunadamente, existen en la actualidad tecnologías especialmente dedicadas al almacenamiento y aprovechamiento del CO2, que pueden disminuir el impacto en el efecto invernadero y, además, convertirse en una oportunidad de negocio.

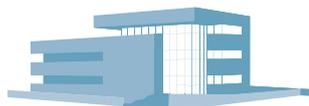
La valorización biológica está especialmente dirigida a aquellos plásticos obtenidos a partir de fuentes renovables. Es el caso más evidente de reducción de impacto, pues se busca la estrategia de reincorporar las fuentes de carbono a su ciclo a través de la degradación abiótica y biótica de los bioplásticos. La dificultad de esta opción es más metodológica que tecnológica. La valorización biológica sirve tanto materiales pensados para la eliminación descontrolada e indiscriminada, como podría ser la degradación en mar de plásticos para cuberterías en transportes acuáticos, como principalmente para la eliminación controlada de plásticos. La sensibilización de la sociedad para entender que no todos los plásticos biodegradables se biodegradan en cualquier condición es una tarea que debe ir asociada a esta estrategia de gestión de residuos bioplásticos. En este sentido, cabría potenciar las instalaciones de compostaje especialmente dedicadas a cubrir la demanda de fracciones de bioplásticos.

Como en cualquier aspecto de la vida, no existen soluciones definitivas e inamovibles. Una combinación inteligente de las rutas de valorización y eliminación puede

llevar a reducir el impacto ambiental de los plásticos, siendo este aspecto un nicho de negocio.

El plástico bajo los prismas sostenibilidad, diseño y servicio

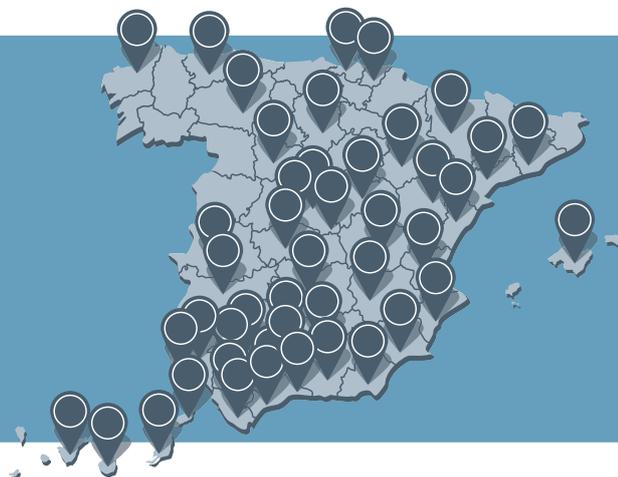
En resumen, las propiedades físico-químicas de los plásticos sometidos a diferentes condiciones de vida en servicio o valorización deben ser monitorizadas para evaluar tanto la preservación del rendimiento como el control del grado de degradación que garantiza su correcta valorización. Así, el balance entre las propiedades a largo plazo y el final de la vida de los plásticos es clave para establecer el diseño para la sostenibilidad. Debería abordarse el equilibrio correcto entre una durabilidad adecuada de un producto y una eliminación sin impacto medioambiental y que, a su vez, genere valor. Es muy importante la consideración del final de la vida de un material para una aplicación, en lugar del final de la vida de un material. El uso de material desechado en aplicaciones de menor grado, la combinación con otros materiales para mejorarlos, la obtención de energía, materias prima o la recuperación de fuentes de carbón por métodos biológicos deben considerarse como alternativas para los plásticos, desde la primera etapa de concepción del producto. Por tanto, existe margen para la innovación en plásticos que combinen los prismas de sostenibilidad, diseño y servicio, en los que se controle minuciosamente el balance entre durabilidad y degradación, para ofrecer aplicaciones con alto valor añadido. ■



antea

Te Solucionamos la Prevención

MÁS DE
80
SEDES
40.000
CLIENTES
+
DE **2.000**
COLABORADORES



902 36 40 70
www.anteaprevencion.com



¿COMPRAR ELECTRICIDAD SIN INTERMEDIARIOS?



CASO DE ÉXITO, compra directa en el Mercado Mayorista OMIE

AGEMEX-21, empresa del Grupo Emececuadrado, actúa como agente representante de la mayoría de consumidores directos de electricidad del sector plástico. Aquí se presentan los datos económicos resultantes de la compra de energía eléctrica de uno de ellos, en el periodo comprendido entre el 1 de Enero del 2016 y el 30 de Abril de este mismo año.

Inicialmente, cabe destacar que el precio de energía eléctrica en este inicio de 2016 se ha desplomado con respecto a los valores medios del año anterior. Todas las empresas que negociaron un precio fijo durante el 2015 están perdiendo cuantiosas cantidades de dinero en su facturación eléctrica con respecto a su competencia que decidiera ligar su precio al del mercado con un contrato de consumidor directo gracias a la gestión de Emececuadrado-Agemex21 y por supuesto al desplome de los precios.

Para ilustrar la afirmación del párrafo anterior, nada mejor que plasmar los datos del caso de éxito. Es un cliente con una tarifa eléctrica 6.1 A, teniendo contratados en todos los periodos de discriminación horaria aproximadamente 1.000 kW de potencia y un consumo de energía activa anual superior a 4.500.000 kWh. Se exponen a continuación los datos económicos del término de energía, resultantes de la compra realizada en los 4 meses de estudio:

	IMPORTES TÉRMINO ENERGÍA (€)				PRECIO MEDIO (€/kWh)
	ATR ENERGÍA (€)	ENREGÍA OMIE (€)	AJUSTES Y SSCC REE (€)	IMPORTE TOTAL (€)	
1.634.690	14.761,57 €	50.244,68 €	19.014,20 €	84.020,45 €	0,051398 €

El precio medio de 0,051 €/kWh es incluso mejor que los precios fijos que le ofrecían al cliente para el periodo P6, ¡qué decir entonces del resto de periodos! Hay que tener en cuenta que en Enero y Febrero se dan los periodos de discriminación horaria P1 y P2 y esto hace que el precio medio suba por el ATR de Energía (ATR más caro 'cuanto menor sea el periodo'). Si nos centramos en las horas de periodo de discriminación horaria P6 en las que esta empresa concentra la mayor parte del consumo, el precio medio resultante es inferior a 0,035 €/kWh.

Como resumen destacamos que 2016 es el momento idóneo para darse de alta como consumidor directo de electricidad. Con un mercado económico y muy estable, así como una previsión a futuro en una línea muy similar.