

ANEXO II

PROPUESTA PARA AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN

Nombre del NACT: Polímeros Nanoestructurados (INTEMA)
Director del NACT: Dra. Cristina Hoppe
Tutor del auxiliar: Pablo Montemartini Co-tutor: Dr. Ezequiel Soulé
Proyecto de investigación en el que se enmarca la propuesta: Estrategias para la evaluación, predicción y prolongación de la integridad de materiales compuestos en servicio. ING591/20
Título y descripción de las tareas a realizar (máximo 1 página): <u>Modelado de la degradación química de matrices de materiales compuestos</u> En la industria petrolera las cañerías y los tanques de material compuesto (ERFV) se ven afectados durante el servicio por procesos de degradación cuyo impacto en la vida útil de la instalación es un tema de investigación que permanece abierto ¹ . Estos procesos de degradación se ven afectados por la temperatura, el pH y la composición del fluido en contacto los cuales modifican la velocidad de los procesos de difusión de especies de bajo peso molecular y la deposición de parafinas; y, como consecuencia, producen plastificación, hinchamiento, microfisuración, degradación química, y barreras al flujo lo cual puede generar una falla catastrófica. El desarrollo de los procesos de degradación en servicio, el efecto de la deposición de parafinas en yacimientos como Vaca Muerta y el aumento de la temperatura de operación en yacimientos maduros representan una gran limitación para la utilización de ERFV en instalaciones de mayor envergadura, como oleoductos principales. Un punto crucial para el estudio del envejecimiento de estos materiales híbridos compuestos es el modelado y simulación de los procesos de sorción en la matriz epoxi, a partir del conocimiento de los procesos físicos involucrados. Las resinas epoxi pueden exhibir comportamientos de sorción complejos que se desvían del modelo de Fick. Diversos experimentos muestran anomalías en la absorción de las matrices poliméricas. La explicación de dicho comportamiento requiere la distinción entre las diferentes formas en que el agua se encuentra en los polímeros húmedos. Parte del agua existe como moléculas que se encuentran libres en la red o en los microporos, o bien envueltas en

interacciones físicas con cadenas poliméricas u otras moléculas de agua. La otra parte del agua está involucrada en reacciones de hidrólisis. Por esto, la cantidad total de agua absorbida no puede ser considerada como un único indicador de envejecimiento porque las diferentes formas del agua tienen diferentes efectos sobre el polímero. Es entonces necesario examinar los mecanismos de sorción y establecer relaciones entre los tipos de agua y la subsecuente evolución de las propiedades del material.

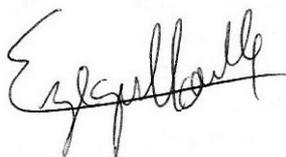
En el grupo de Compuestos Estructurales Termorrígidos se ha estudiado ampliamente durante los últimos años, desde lo experimental, la degradación de tubos de ERFV en servicio en relación a los procesos de envejecimiento y absorción de agua de estos materiales. En un trabajo reciente² se estudiaron en detalle las diferentes etapas en la degradación del material y los diferentes procesos de sorción asociados, identificándose cuatro etapas: la primera caracterizada por la difusión de agua, la segunda por la aparición de una fase degradada, la tercera por un ablandamiento significativo de la matriz, y la cuarta por la lixiviación y exudación de los productos de degradación. Se propone comenzar a desarrollar e implementar el modelado matemático de los mecanismos físicos y químicos involucrados. En el presente plan se tomará este estudio experimental como punto de partida para el planteo de un modelo de reacción-difusión del proceso. Se comenzará considerando los procesos de difusión del agua y la hidrólisis de los grupos éster, considerando además una transformación reversible entre agua en estado libre, y agua formando un complejo de hidrólisis, similar a otros modelos de bibliografía³. Se formulará el modelo acoplado para los diferentes procesos. En una primera instancia se analizará la posibilidad de realizar aproximaciones del modelo para cada una de las diferentes etapas del proceso de degradación, por ejemplo si prevalece un mecanismo físico-químico por sobre los demás, de modo de permitir el ajuste de parámetros o coeficientes materiales (como difusividad o constantes de reacción), y corroborar que, en efecto, el mecanismo propuesto sea dominante. Una vez implementado y ajustado el modelo, el mismo podrá ser empleado para realizar estudios paramétricos y correlacionar el comportamiento de degradación con las propiedades físico-químicas del sistema.

Referencias

- (1) Ray, B. C.; Prusty, R. K.; Rathore, D. K. *Fibrous Polymeric Composites Environmental Degradation and Damage*, first.; CRC press: Boca Raton, 2018.
- (2) Capiel, G.; Uicich, J.; Fasce, D.; Montemartini, P. E. *Polym. Degrad. Stab.* **2018**, *153*, 165–171.
- (3) El Yagoubi, J.; Lubineau, G.; Roger, F.; Verdu, J. *Polymer (Guildf)*. **2012**, *53* (24), 5582–5595.
- (4) Colin, X.; Verdu, J. In *Durability of Composites in a Marine Environment*; Davies, P., Rajapakse, Y. D. S., Eds.; Springer: London, 2014; pp 47–114.



Firma del Tutor
del Asistente



Firma del co-Tutor
del Asistente



Firma del Director del NACT