

ENTREGABLE PROYECTOS — 2023-2024

**INVESTIGACION DE LA RESISTENCIA DE ENVASES/EMBALAJES DEL
POLIETILENO A PRODUCTOS QUIMICOS LIQUIDOS PELIGROSOS
INFLAMABLES, TOXICOS Y CORROSIVOS
“RESISQUIM”**

Entregable: E7.1 INFORME DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Programa: Proyectos de I+D en colaboración con empresas

Número de proyecto: 22300047

Expediente: IMDEEA/2023/48

Duración: 01/07/2023 – 30/09/2024

Coordinado en AIDIMME por: Raúl Moreno Castelló

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Innovació, Indústria, Comerç i Turisme de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está financiado por la Unión Europea, a través del Programa FEDER Comunitat Valenciana 2021-2027.



Financiado por
la Unión Europea

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

ÍNDICE

1	<i>Descripción del entregable</i>	1
2	<i>Trabajo realizado</i>	1
3	<i>Materiales utilizados y proceso de diseño (en el caso de prototipos)</i>	¡Error!
	<i>Marcador no definido.</i>	
4	<i>Aportación al proyecto (aplicación, usos, implicaciones, etc.)</i>	4
5	<i>Difusión (si procede)</i>	¡Error! Marcador no definido.
6	<i>Otros aspectos de interés</i>	4
7	<i>Bibliografía y otros documentos de referencia</i>	¡Error! Marcador no definido.

1 Descripción del entregable

Se han recopilado las conclusiones del trabajo realizado durante el proyecto.

2 Trabajo realizado

En el paquete de trabajo 7 se analizan los resultados obtenidos en los PT anteriores y se recopilan las conclusiones generales y particulares que se describen a continuación.

A continuación, se describen con detalle cada uno de los resultados obtenidos.

- **R1. Relación de los productos químicos tipo, agrupados por familias, empleados en industria metal mecánica, mueble y afines.** Se recogen en el entregable E4.1. Productos químicos de sectores escogidos.
 - Del sector de muebles se ha escogido los disolventes MEK, acetato de butilo y white spirit (mezcla de hidrocarburos) como representantes de pinturas y disolventes.
 - Del sector agroquímico-fitosanitario se escogió un producto comercial cuyo componente principal es de la familia de los terpenos y se utiliza para fabricar diversos tipos de insecticidas, white spirit y solución tensoactiva, así como los líquidos modelo PFL-FR 2344 y PFL-FR 2323 formulados por las grandes multinacionales del sector para emular dichos productos.
 - Del sector metal-mecánico se han escogido varios residuos líquidos de baños con restos de ácido fosfórico, ácido nítrico y sales potásicas cuyos componentes principales, además del líquido ácido nítrico concentrado.

- **R2. Se ha identificado los aspectos legales / normativos actualizados a cumplir por los productos químicos peligrosos en los ámbitos nacional e internacional.**
De los elegidos son líquidos patrones indicados en la reglamentación ADR, RID:
Solución tensoactiva (ST)
Acetato de butilo normal (AB)
Mezcla de hidrocarburos o white spirit (WS)
Ácido nítrico (AN)
Son líquidos modelos recogidos en la norma DIN 2002:2020 y en el proyecto de norma ISO 17508:
PFL-FR 2344 para las formulaciones que hagan que el polietileno se hinche con una absorción de masa < 1 % y/o
PFL-FR 2323, para las formulaciones fitosanitarias que hacen que el polietileno se hinche con una absorción de masa > 1 %.

- **R3.** Se ha elegido varias granzas de plástico de polietileno de alta densidad como materiales comunes utilizados en la fabricación de envases cuyos diseños tipo se han aprobado por la autoridad competente. En concreto se ha seleccionado aquellas recomendadas por las empresas participantes en el proyecto. Se detalla en el entregable E5.1 Listado de materiales plásticos seleccionados en la fabricación de envases con diseño tipo aprobado.
Además, se ha seleccionado dos materiales que mezclan granza reciclada con HDPE virgen de proveedores de prestigio internacional como REPSOL y TOTAL.
- **R4.** Se ha identificado los aspectos legales / normativos actualizados a cumplir por los envases a contener productos químicos peligrosos en los ámbitos nacional e internacional.
Deben cumplir la normativa internacional de transporte de mercancías peligrosas según el modo de transporte a utilizar: carretera (ADR), ferrocarril (RID), vías navegables (ADN), marítimo (IMDG), vía aérea (OACI, IATA) cuyos los requisitos de embalaje básicamente son los mismos para todos; ya que estos modos de transporte trasponen lo indicado en ese tema de las Recomendaciones de la ONU para el transporte de mercancías peligrosas. Además de los requisitos indicados en el RD 97/2014 para obtener la aprobación de tipo y una contraseña de uso.
La norma UNE-EN ISO 13274:2014 es una buena guía para la realización de ensayos con envases completos como probetas obtenidas de las mismos.
Se han recogido las especificaciones que deben cumplir moldes para la fabricación de las probetas de ensayo de acuerdo con la norma DIN 2002:2020.
- **R5.** Se ha obtenido diversas propiedades de las muestras escogidas y analizadas. Con esas propiedades se ha elaborado el entregable E5.2 Desarrollo de un documento técnico para la evaluación de la compatibilidad química.
Se ha observado un aumento generalizado de masa del plástico HDPE por absorción de los líquidos de prueba, en las materias plásticas ensayadas, más acusado para los disolventes orgánicos (mezcla de hidrocarburos (WS) y acetato de butilo), pero de estos dos en especial para el white spirit (WS).
- **R6.** Se ha desarrollado una metodología para la evaluación de la compatibilidad química de los envases plásticos con los productos químicos escogidos. El documento se muestra en el entregable E6.1 Documento técnico que desarrolla un protocolo de evaluación.
Tras los ensayos con probetas la validación se ha realizado con envases y con cargas paletizadas.

- **R7.** Se ha estudiado en los materiales plásticos la relación de entre la adsorción de diversos líquidos y la resistencia a la tracción, tras periodos prolongados de tiempo en altas temperaturas.
Se ha observado la misma tendencia que en el aumento de masa por absorción en las materias plásticas ensayadas en los valores de resistencia a la tracción pero en sentido inverso. Menor resistencia obtenida para el white spirit (WS).
- **R8.** Se ha desarrollado un nuevo proceso de compatibilidad química para envases plásticos que permite elegir adecuadamente los mejores simulantes químicos para los líquidos peligrosos a transportar y reducir tiempos de prueba.

CONCLUSIONES GLOBALES

Tras los ensayos realizados, se observa que:

Desde el punto de vista de la resistencia a la absorción para HDPE monocopa:

	ST	AB	WS	AN	PFL-FR 2344	MEK	DTE PU	RES AN	RES AF	RES K	AGRO
BL3 MARUM	0,066	3,427	5,936	0,274	0,272	1,972	1,419	0,215	0,167	0,086	3,201
LITEN	0,217	3,497	7,574	0,382	0,570	2,023	1,383	0,092	0,196	0,023	3,495
HOSTALEN	0,391	3,303	5,284	0,490	0,313	2,091	1,374	0,069	0,336	0,128	3,706
RECICLEX50%	0,447	3,676	7,821	1,819	0,390	2,191	1,541	0,236	0,360	0,048	3,561
MARLEX	0,306	3,151	6,288	0,837	0,392	1,949	1,314	0,130	0,309	0,055	2,556
PCR 50% IVORY-TOTAL	0,355	3,614	6,954	1,224	0,257	1,964	1,400	0,358	0,287	0,076	1,908

- Se puede emplear WS como líquido patrón para distintas formulaciones de disolventes de PUR, MEK, fitosanitario tanto para HDPE virgen como reciclado.
- Para el componente puro MEK, se podría emplear AB como líquido patrón adecuado.
- Desde el punto de vista de la resistencia a stress-cracking:
Los líquidos patrón acetato de butilo y disolución tensoactiva pueden emplearse para ser asimilados tanto a formulaciones de disolventes de PUR, aguarrás y componente puro MEK.
- Desde el punto de vista de la resistencia a degradación molecular:
El líquido patrón ácido nítrico 55 % puede emplearse para ser asimilado a formulaciones de ácidos nítricos, fosfóricos y sales potásicas por sus características químicas.

Las diversas formulaciones de disolventes en base poliuretano se pueden asimilar al líquido patrón mezcla de hidrocarburos desde el punto de vista de la absorción, para poder realizar los ensayos acelerados en cualquier tipo de envase de polietileno que será el efecto más notable. Pero para asegurar la resistencia al esfuerzo en medio ambiente activo también se debe considerar el líquido patrón solución tensoactiva. Además para asegurar que no existe degradación molecular se debe ensayar con el líquido patrón ácido nítrico.

CONCLUSIONES FINALES

El material plástico reciclado es aceptable para fabricar envases para mercancías peligrosas, aunque con menores prestaciones que el virgen.

El protocolo desarrollado nos permite asignar un líquido modelo a familias de productos agroquímicos y reducir los tiempos de ensayo.

El protocolo es útil para las familias de productos químicos probados. Se puede aplicar a otra tipología de productos químicos líquidos.

3 Aportación al proyecto (aplicación, usos, implicaciones, etc.)

Se han comparado los resultados de los ensayos de compatibilidad química con el disolvente de PUR, MEK, producto agroquímico, residuos de ácido nítrico, de ácido fosfórico y de sales potásicas.

En condiciones aceleradas se ha ensayado los líquidos patrón White Spirit, solución tensoactiva, acetato de butilo y ácido nítrico 55 %.

Los resultados obtenidos muestran concordancia entre el comportamiento del disolvente PUR, el componente puro MEK y producto agroquímico, con los líquidos patrón mencionados.

4 Otros aspectos de interés

Para futuras líneas de investigación se estima que los ensayos de impacto a tracción junto con la exposición controlada a productos químicos líquidos pueden dar más información. Se podría obtener datos adicionales sobre durabilidad, resistencia a impactos y resistencia química de distintos grados de HDPE en condiciones de uso real. Además de los líquidos analizados en el presente estudio se puede ampliar a otros de sectores químicos distintos.

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es

www.aidimme.es