

# Progreso en los casos prácticos de sustitución de sustancias peligrosas.

Tendencias en sustancias perfluoradas en **repelentes a fluidos** i novedades en las alternativas de **retardantes de llama**.

28 de mayo de 2020

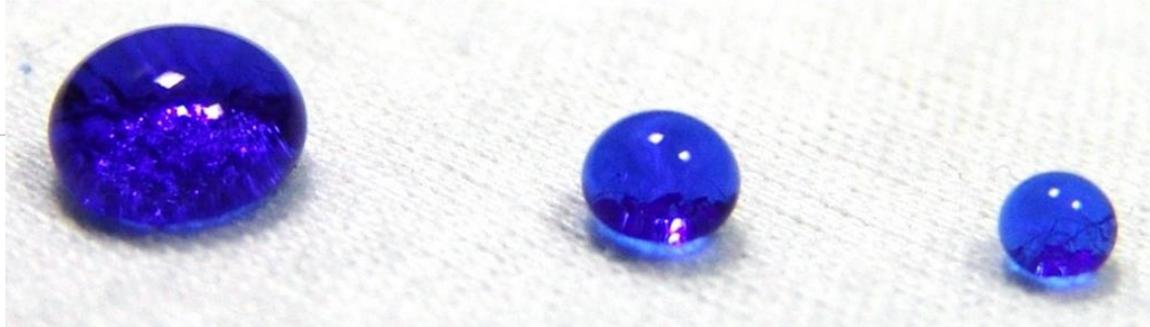
Rubén Álvarez ([ralvarez@leitat.org](mailto:ralvarez@leitat.org))

Paula Félix ([pfelix@leitat.org](mailto:pfelix@leitat.org))

Ruth Garcia ([rgarcia@leitat.org](mailto:rgarcia@leitat.org))

Maria Pozo ([mpozo@leitat.org](mailto:mpozo@leitat.org))

Maria Rosa Riera ([mrriera@leitat.org](mailto:mrriera@leitat.org))



## **DWOR: Durable Water and Oil Repellents**

Productos químicos utilizados en la industria textil para proporcionar a los tejidos repelencia al agua y al aceite de forma duradera



## **FR: Flame Retardants**

Productos químicos utilizados en la industria textil para proporcionar a los tejidos propiedades retardantes de llama

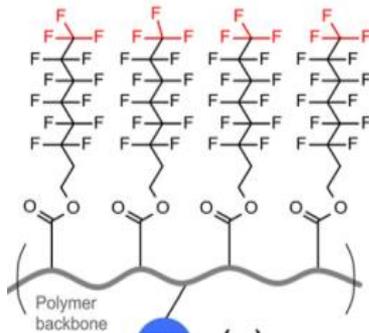
# Problemática actual y necesidad de alternativas

## Repelentes al agua y al aceite

Productos convencionales basados en **PFCs** (sustancias químicas perfluoradas), como los C8 y C6.



Liberación de compuestos **persistentes** y **bio-acumulativos** (PFOA, PFOS, PFHxS...) que representan un elevado riesgo para los humanos y el medio ambiente.

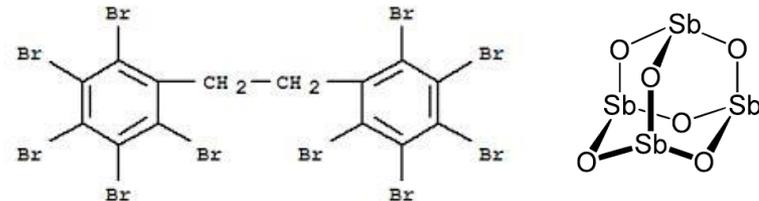


## Retardantes de llama

Productos convencionales basados en **halogenados**, **trióxido de antimonio**, y compuestos que generan **formaldehído**



Son compuestos **persistentes** en el medioambiente y **tóxicos** para salud humana, asociados con liberación de furanos y dioxinas y cancerígenos

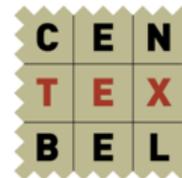


# Solución

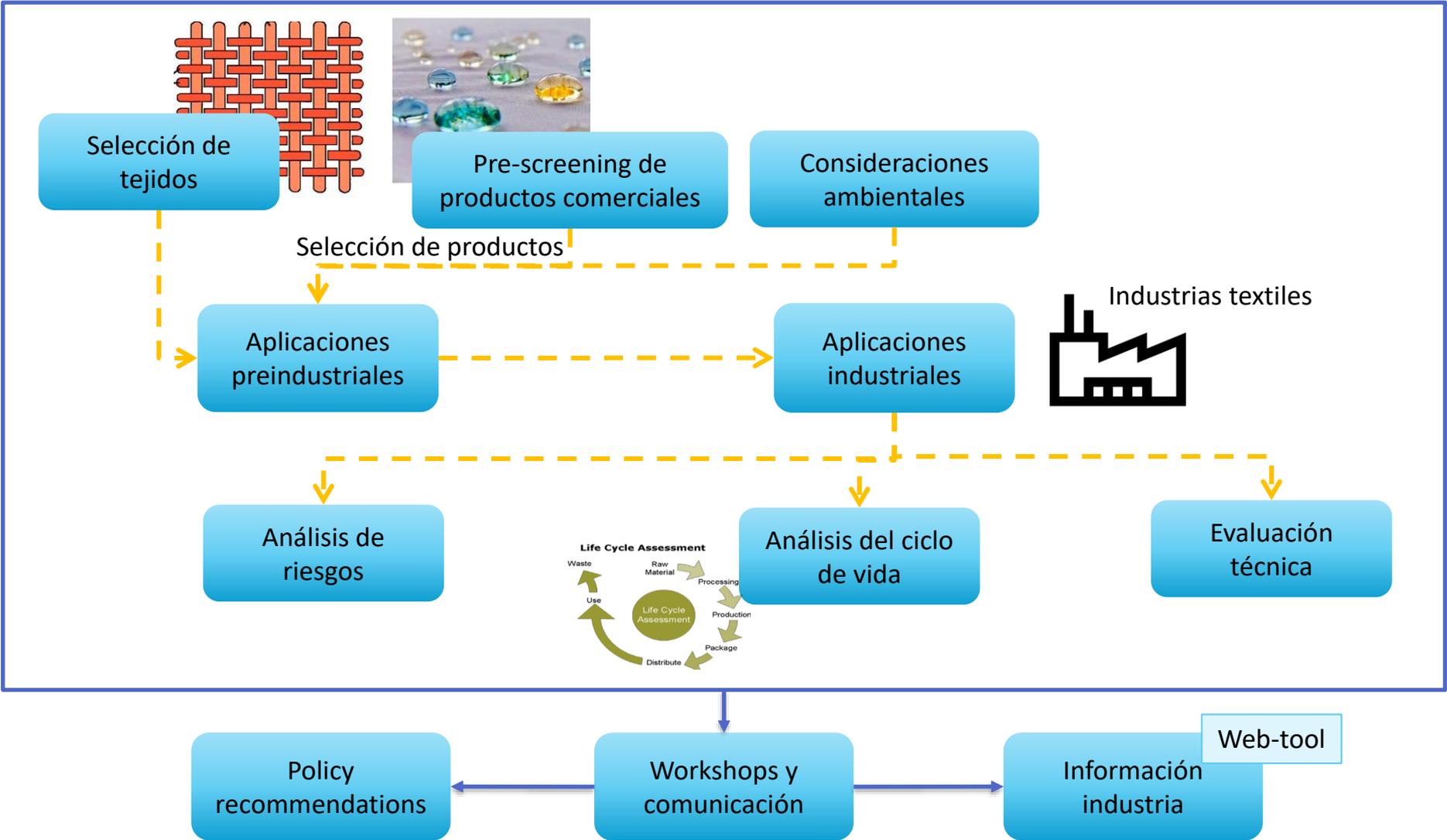


Sustitución de DWOR basados en PFCs

Sustitución de los FR halogenados



# Metodología





**Reducción del impacto ambiental generado por los productos de acabado textil repelente al agua y al aceite, a través del estudio de alternativas no tóxicas.**



## Selección de tejidos



**Alfombra:**  
100% PES  
No tejido  
210 g/m<sup>2</sup>

AUTOMOCIÓN



**Camisetas:**  
100% PES  
Punto  
175 g/m<sup>2</sup>

DEPORTE

MODA



**Traje:**  
100% WO  
Calada  
180 g/m<sup>2</sup>

LABORAL

**Polo:**  
100% PES  
Punto  
175 g/m<sup>2</sup>



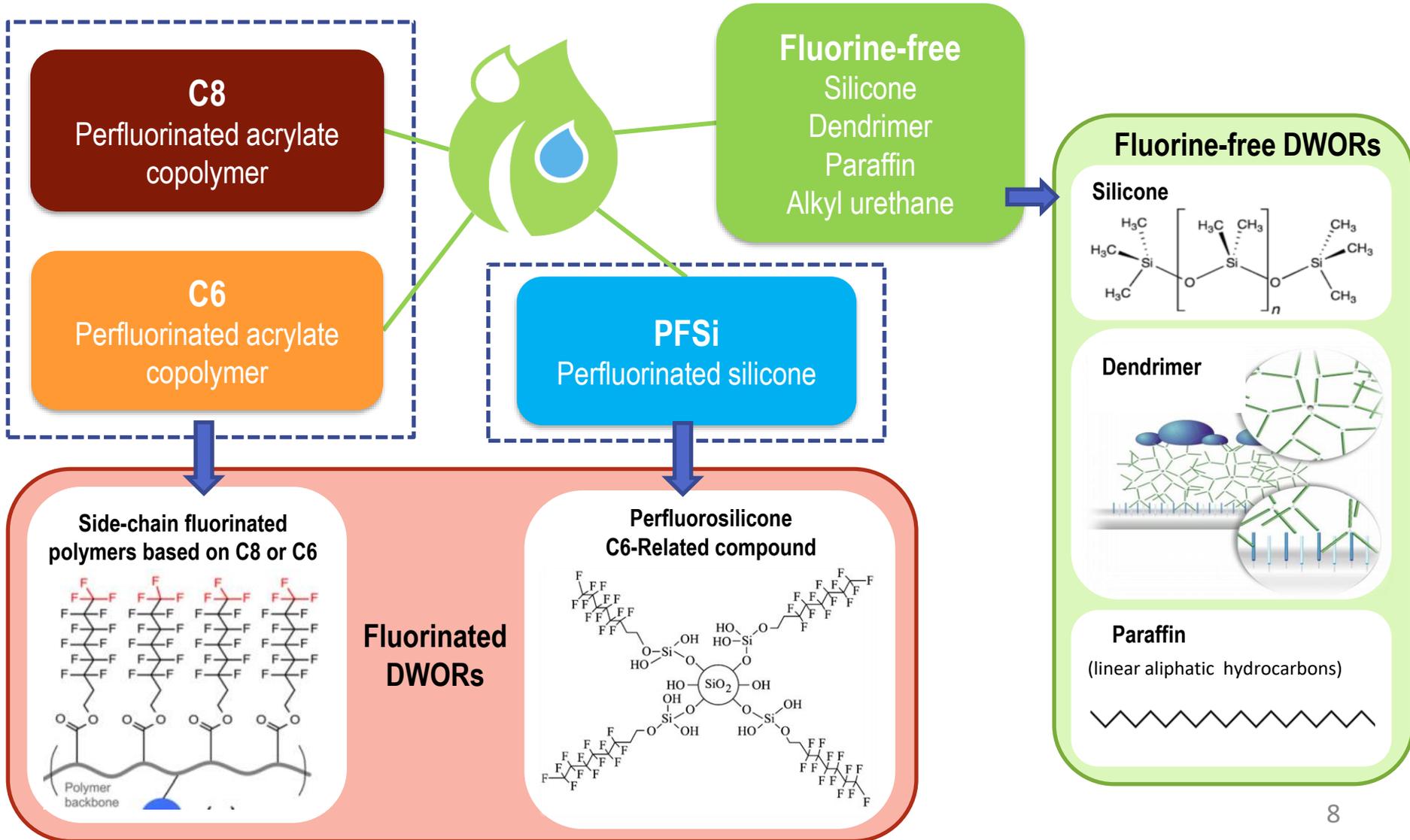
HOGAR



**Tapicería:**  
100% PES  
Calada  
250 g/m<sup>2</sup>



## Selección de productos DWOR





## Aplicaciones de los productos seleccionados

### Escala de laboratorio



- Aplicación de todos los productos.
- Comparación de resultados técnicos.
- Selección de los productos más efectivos.
- Recopilación de información para la evaluación de la exposición de riesgo.

### Escala industrial



- Aplicación de los productos seleccionados.
- Recopilación de información para:
  - Evaluación de la exposición de riesgo,
  - Análisis del ciclo de vida (ACV).
- Validación de los resultados técnicos.



## Caracterización de las muestras

### Repelencia al agua

AATCC 22, UNE EN ISO 4920

### Repelencia al aceite

AATCC 118, UNE EN ISO 14419



### Lavado doméstico

UNE EN ISO 6330

30°C, 10 ciclos, secado plano

Acondicionamiento: 24 h a 20°C±2°C i 65%±5% h.r

### Limpieza en seco

UNE EN ISO 3175-2

1 ciclo, secado plano

Acondicionamiento: 24 h a 20°C±2°C i 65%±5% h.r

### Planchado

150°C

Acondicionamiento: 24 h a 20°C±2°C i 65%±5% h.r



## Resumen de los resultados técnicos

**AUTOMOCIÓN**

**DEPORTE/LABORAL**

**HOGAR**

**MODA**

UNE EN ISO 4920

		Poliéster (no tejido)	Poliéster (punto)	Poliéster (calada)	Lana (calada)
Repelencia al agua	PFCs	C8	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>	<b>5</b>
		C6	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>3</b>
		PFSi	2,5	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>
	F-free	Silicone	<b>3</b>	2	N.T.
		Dendrimer	2,5	<b>4,5</b>	2,5
		Paraffin	2	0,5	2,5
		Alkyl urethane	2	2	<b>4,5</b>

UNE EN ISO 14419

		Poliéster (no tejido)	Poliéster (punto)	Poliéster (calada)	Lana (calada)
Repelencia al aceite	PFCs	C8	<b>8</b>	<b>5,5</b>	<b>6,5</b>
		C6	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>	2
		PFSi	6,5	<b>5</b>	<b>6</b>
	F-free	Silicone	0	0	N.T.
		Dendrimer	0	0	0
		Paraffin	0	0	0
		Alkyl urethane	0	0	0

No lavado

10 ciclos de lavado +  
planchado

10 ciclos de lavado +  
planchado\*

10 ciclos de lavado +  
planchado

\*Solo las muestras tratadas a nivel industrial han sido planchadas.

En **negrita** se destacan los resultados obtenidos con los tejidos tratados a nivel industrial.



## Evaluación de Riesgos – Priorización

Familia química del ingrediente activo (DWOR)	Sustancia para la evaluación de peligro	Clase de Riesgo			
		Inhalación	Dérmica (local)	Dérmica (captación)	
Compuestos fluorados	Polímero basado en C8	PFOA	II - Moderado	III - Bajo	II - Moderado
		PFOS			
	Polímero basado en C6	PFHxA	III - Bajo		
		PFHxS			
PFSi (compuesto relacionado C6)					
Compuestos no fluorados	Silicona	PDMS	III - Bajo		
	Dendrímero	Dendrímero	III - Bajo	II - Moderado	III - Bajo

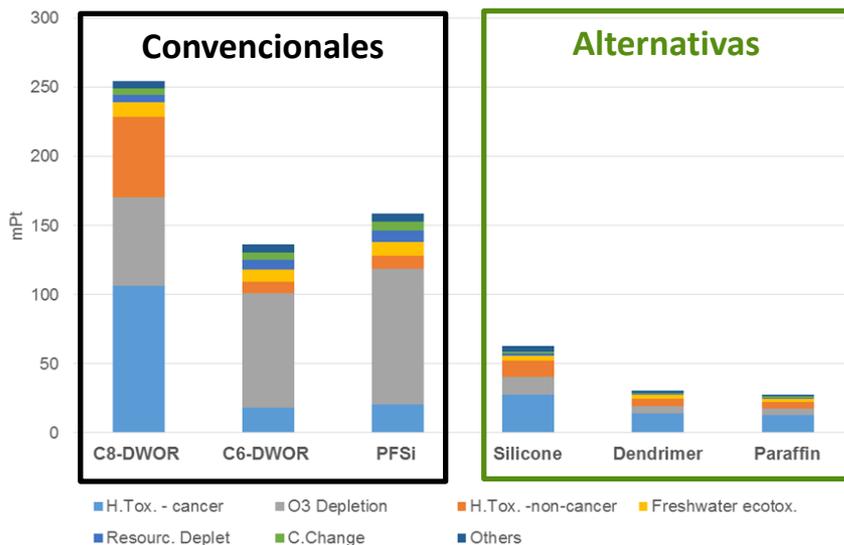
\* Evaluación de Riesgos Ocupacional



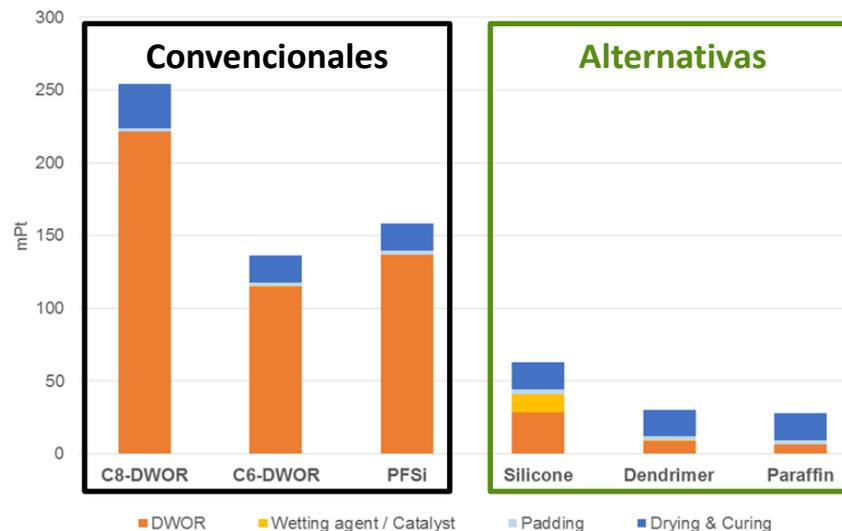
## Impacto ambiental: ACV

- Los compuestos fluorados tienen un impacto ambiental mayor que las alternativas libres de flúor. El impacto de los compuestos libres de flúor es 30-50 veces menor.
- Las categorías de impacto que más contribuyen al impacto de los productos son: toxicidad humana y destrucción de ozono.
- De las alternativas, los dendrímeros y las parafinas presentan un impacto ligeramente menor que las siliconas.

Total impact (by category)



Total impact (by process)





## Conclusiones

- ❑ Para aplicaciones donde se requiere **repelencia al agua**, se han encontrado **alternativas** con buen rendimiento técnico y menor impacto ambiental asociado. Los mejores resultados han sido obtenidos por el **dendrímero**.
- ❑ No se ha detectado **ningún producto alternativo** libre de flúor que proporcione **repelencia al aceite**.
  - ❑ Para usos donde la repelencia al aceite es esencial, la **perfluorosilicona** sería la opción con un menor impacto ambiental asociado.
  - ❑ Propuesta de restricción para REACH de producción y utilización de PFAS a la UE, basada en un [cuestionario](#) (disponible hasta 31/07/20).
- ❑ De acuerdo al análisis de riesgos ocupacional, la mayoría de **alternativas son más seguras** que los productos convencionales. En términos de análisis de riesgos medioambientales, la **mayoría de alternativas son menos peligrosas** que los productos convencionales C8, y los polímeros C6 son similares a los C8.



**Reducción del impacto ambiental generado por los productos de acabado textil retardantes de llama, a través del estudio de alternativas no tóxicas.**



## Selección de tejidos

### TEXTIL HOGAR POR APLICACIONES



**Tapicería:**  
100% PES  
320 g/m<sup>2</sup>



**Cortinas:**  
100% PES  
100 g/m<sup>2</sup>  
250 g/m<sup>2</sup>



**Sábanas**  
100% CO  
50%PES/50%CO  
112 g/m<sup>2</sup>

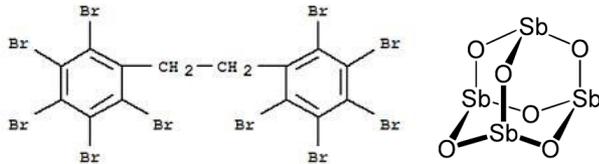


**Cubre colchón**  
100% PES  
266 g/m<sup>2</sup>  
50%PES/50%CO  
148 g/m<sup>2</sup>

# Selección de químicas FR

## Convencionales

- Halogenados
- Combinación Halogenados +  $Sb_2O_3$
- Compuestos generadores de formaldehído

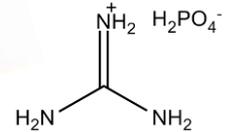


## Transicional

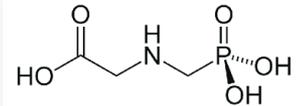
Polímero bromado

## Alternativas

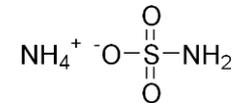
Fosfonitrogenados



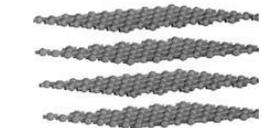
Organofosforados



Nitrogenados-Sulfonados



Otras químicas



Grafito expandible



## Caracterización de las muestras

### Cubre colchón

*EN 597:1994*



### Tapicería

*EN 1021-1:2015*  
*part 1 y 2*

Remojo durante  
30 min a 40°C



### Cortinas

*EN 1101*

*EN 13772*

Lavado: norma  
*EN 26330*

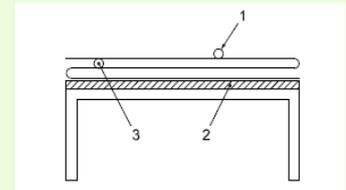


### Sábanas

*EN ISO 12952*

*Part 1 y 2*

5 ciclos de  
lavado antes de  
6330



## Ensayos de fuego

sin tratar

Cubre colchón



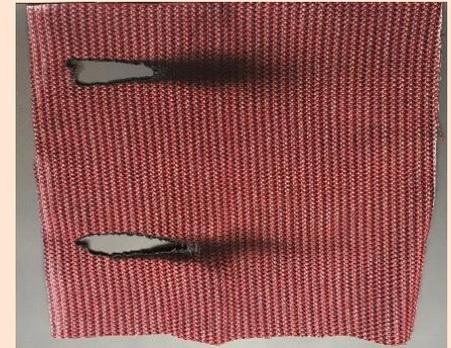
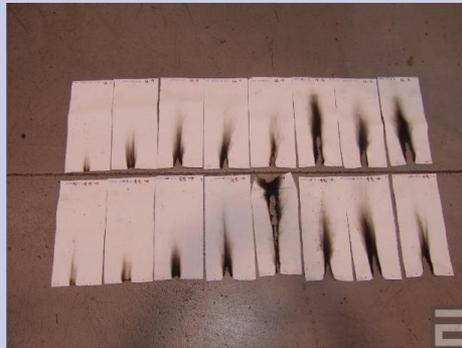
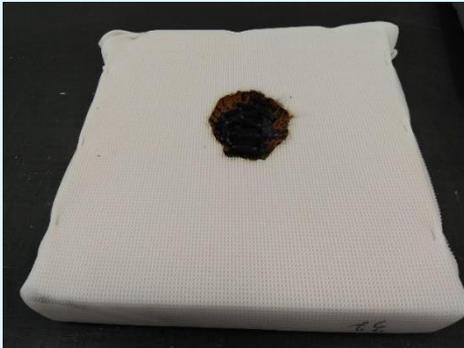
Cortinas



Tapicería



Tratado





## Correlación de aplicaciones y productos

Aplicación	Composición específica del tejido	Retardantes de llama CONVENCIONALES	Retardantes de llama TRANSICIONALES	Retardantes de llama ALTERNATIVOS
Cortinas	100% PES	(1) DBDPE + melamine cyanurate (2) DBDPE + ATO	(1) FR polimérico	(1) Organofosforado A (2) Organofosforado B
Tapicería	100% PES	(1) DBDPE + melamine cyanurate (2) DBDPE + ATO	(1) FR polimérico	(1) Sal organofosforada (2) Grafito expandible
Cubre colchón	(1) 50%/50% CO/PES (2) 100PES	(1) DBDPE + melamine cyanurate (2) DBDPE + ATO	(1) FR polimérico	(1) Polifosfato de amonio (2) Fosfato de guanidina (3) Sulfamato de amonio
Sábanas	(1) 50%/50% CO/PES (2) 100% CO	(1) Dialkyl phosphono carboxylic acid amide (2) DBDPE + melamine cyanurate (3) DBDPE + ATO	(1) FR polimérico	(1) Sulfamato de amonio + Urea + PO(OH) <sub>2</sub> -R-PO(OH) <sub>2</sub> (2) Tetrakis(hydroxymethyl)phosphonium sulfate



## Empresas participantes



**Cubre colchón**  
Alternativas



**Sábanas**  
Alternativas



**Cubre colchón**  
Alternativas



**Tapicería**  
Convencionales  
Alternativas



**Cortinas**  
Alternativas



**Tapicería**  
Convencionales  
Transicionales



**Cortinas**  
Alternativas



## Evaluación de Riesgos – Resultados

### ○ Opciones alternativas vs opciones convencionales

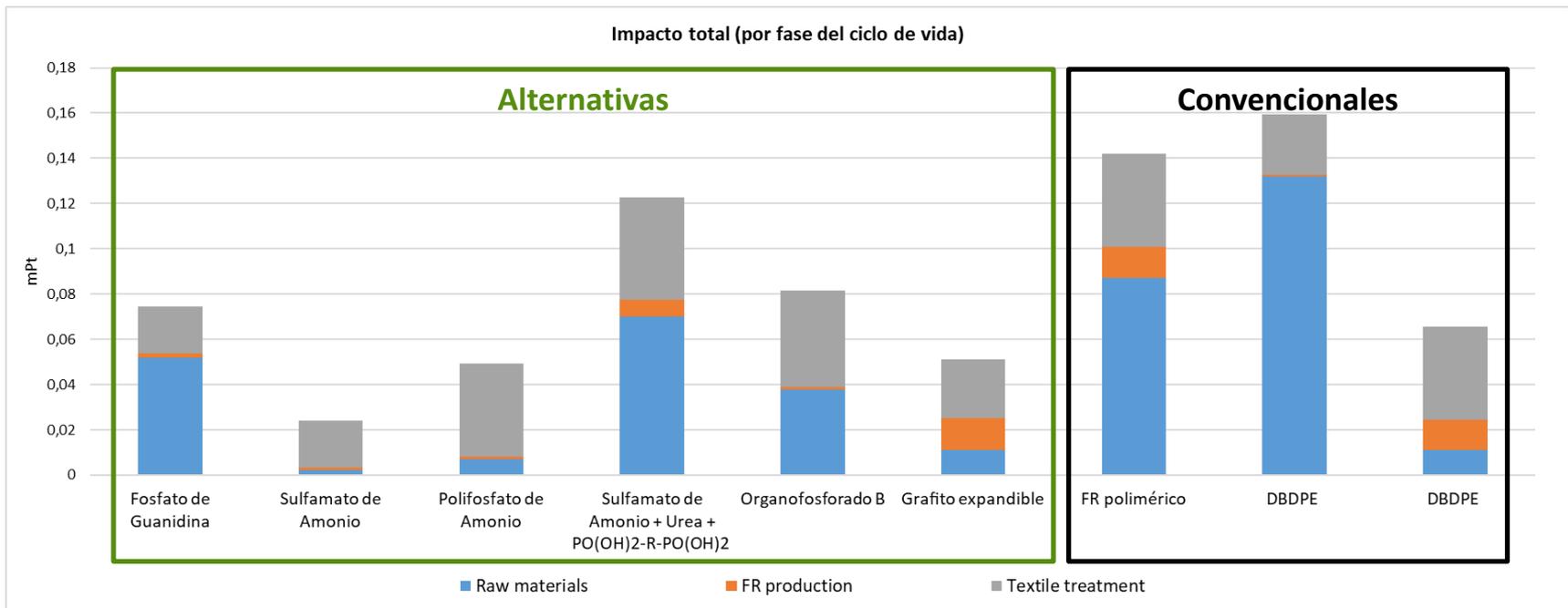
SUSTANCIA ACTIVA DEL FR	CORTINAS	TAPICERÍA	CUBRE-COLCHÓN	SÁBANAS
Polímero bromado	NO / SÍ / NO	NO / SÍ / NO	NO / SÍ / NO	NO / NO / NO
Polímero bromado + ATO	NO / SÍ / NO	NO / SÍ / NO	NO / SÍ / NO	NO / NO / NO
Organofosforado A	SÍ (q) / ?? / ??	-	-	-
Organofosforado B	SÍ (q) / ?? / ??	-	-	-
Sal organofosforada	-	SÍ (k) / SÍ / SÍ	-	-
Grafito expandible	-	SÍ (k) / SÍ / SÍ	-	-
Polifosfato de Amonio	-	-	SÍ (p) / SÍ / SÍ	-
Fosfato de Guanidina	-	-	SÍ (p) / SÍ / NO	-
Sulfamato de Amonio	-	-	SÍ (p) / SÍ / SÍ	-
Sulfamato de Amonio + Urea + PO(OH) <sub>2</sub> -R-PO(OH) <sub>2</sub>	-	-	-	SÍ (p) / SÍ / SÍ
Compuesto basado en fósforo	-	-	-	SÍ (p) / SÍ / SÍ
Tetrakis(hidroximetil)fosfini o Sulfato	-	-	-	NO / SÍ / NO

\* Orden resultados: Ocupacional / Consumidor / Medioambiental



## Impacte ambiental: ACV

- El impacto ambiental de los FR halogenados es mayor que el impacto de las alternativas, libres de compuestos halogenados.
- Se puede alcanzar una reducción del impacto de hasta el 60% con la sustitución de los FR halogenados (en las categorías de toxicidad humana (efectos no-cancerígenos), formación de ozono fotoquímico, eutroficación terrestre, eutroficación marina y ecotoxicidad del agua dulce).
- Para los productos con compuestos halogenados, la fase de fabricación de FR es la mas relevante.





## Conclusiones

- ❑ Se ha demostrado la **viabilidad técnica**, propiedades de retardancia de llama requeridas, de **alternativas** a los compuestos halogenados en las **4 aplicaciones textiles para espacios públicos**.
  - ❑ Existen **alternativas FR basadas en compuestos fosfonitrogenados y basados en nitrogenados sulfonados, viables** para aplicaciones **textiles que no requieren de durabilidad a los lavados (*cubre colchón*)** además de alternativas **fosfonitrogenadas para aplicaciones que requieren elevada durabilidad a los lavados** y cuyos tejidos contienen un mínimo de contenido de algodón donde el FR puede enlazarse permanentemente (***sábanas***).
  - ❑ Se han encontrado alternativas **fosfonitrogenadas para textiles que requieren algo de durabilidad a los lavados (*cortinas*)**.
  - ❑ Se ha encontrado una alternativa basada **en grafito expandible para aplicaciones en textiles de tapicería que requieren resistencia a la mojabilidad del tejido (*tapicería*)**.
- ❑ Se ha hallado **alternativas viables** para la sustitución en términos de análisis de riesgos (ocupacional, medioambiental y del consumidor), para **cada tipo de aplicación**. Las alternativas transitorias no cumplen los requerimientos de seguridad (disponen de RCR > 1).
- ❑ Considerando los resultados del ACV, las alternativas propuestas libres de halogenados tienen un impacto menor en comparación a los productos convencionales.



## Conclusión general

- ❑ El Green Deal de la UE impulsará la sustitución de productos químicos con impactos negativos sobre la salud humana o el medio ambiente.

### The EU will:



Become  
climate-neutral  
by 2050



Protect human life,  
animals and plants,  
by cutting pollution



Help companies  
become world leaders  
in clean products and  
technologies



Help ensure a  
just and inclusive  
transition

- ❑ Desde Leitat y AEI Tèxtils seguimos trabajando para ayudar a las empresas en su transición hacia un modelo más sostenible y seguro.



# Muchas gracias!

## ■ *¿Alguna pregunta ?*

- Nos podéis contactar en:
  - [www.midwor-life.eu](http://www.midwor-life.eu)
  - [info@midwor-life.eu](mailto:info@midwor-life.eu)
  - [www.life-flarex.eu](http://www.life-flarex.eu)
  - [info@life-flarex.eu](mailto:info@life-flarex.eu)



MIDWOR-LIFE is a project co-funded by the European Union under the LIFE+ Financial Instrument within the axe Environment Policy and Governance and under the Grant Agreement n. LIFE14 ENV/ES/000670

LIFE-FLAREX is a project co-funded by the European Union under the LIFE+ Financial Instrument within the axe Environment Policy and Governance and under the Grant Agreement n. LIFE16 ENV/ES/000374