



LABORATORIO PARTICIPATIVO PARA LA PREVENCIÓN
Y VALORIZACIÓN DE BASURAS MARINAS



ELECCIÓN DE MATERIALES PARA FILAMENTO DE PLÁSTICO RECICLADO MARINO EN IMPRESIÓN 3D

Este proyecto se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa Pleamar, y se cofinancia por la Unión Europea por el FEMPA (Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura)



Cofinanciado por
la Unión Europea



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Fondos Europeos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Fundación Biodiversidad



Pleamar



FUNDAMAR
Fundación para la Pesca y el Marisqueo



FEDERACIÓN NACIONAL
COFRADÍAS DE PESCADORES



LABORATORIO PARTICIPATIVO PARA LA PREVENCIÓN
Y VALORIZACIÓN DE BASURAS MARINAS

INFORME ELABORADO POR:



EN COLABORACIÓN CON:



www.aimplas.es

Este proyecto se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa Pleamar, y se cofinancia por la Unión Europea por el FEMPA (Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura)





ÍNDICE DE CONTENIDOS

Glosario.....	2
Objetivo del informe.....	3
Análisis de los residuos encontrados.....	4
Identificación de materiales comerciales compatibles.....	6
Descripción de la procesabilidad.....	8
Aplicaciones comunes del material para FDM.....	10
Conclusiones.....	12
El proyecto LabMAR.....	14

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS Y TÉMINOS

Aditivo	Son las sustancias que se incorporan en los materiales plásticos y que les dotan de ciertas propiedades en cuanto a resistencia, adaptabilidad a factores externos o simplemente en su estructura y características físicas.
FC	Fibra de carbono
FV	Fibra de vidrio
HDPE	Polietileno de alta densidad
LDPE	Polietileno de baja densidad
FDM	Modelado por deposición fundida
PA	Poliamida
PET	Tereftalato de polietileno
Plástico	Suma de aditivo y polímero. Sustancias químicas sintéticas,, de estructura macromolecular que puede ser moldeada mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono.
Polímero	Macromolécula compuesta por la unión de muchas unidades repetidas, llamadas monómeros, formando una larga cadena. Estos polímeros pueden ser naturales o sintéticos.
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Policloruro de vinilo
warping	Problemas más comunes en impresión 3D. El warping, se produce cuando la pieza se levanta o no adhiere.

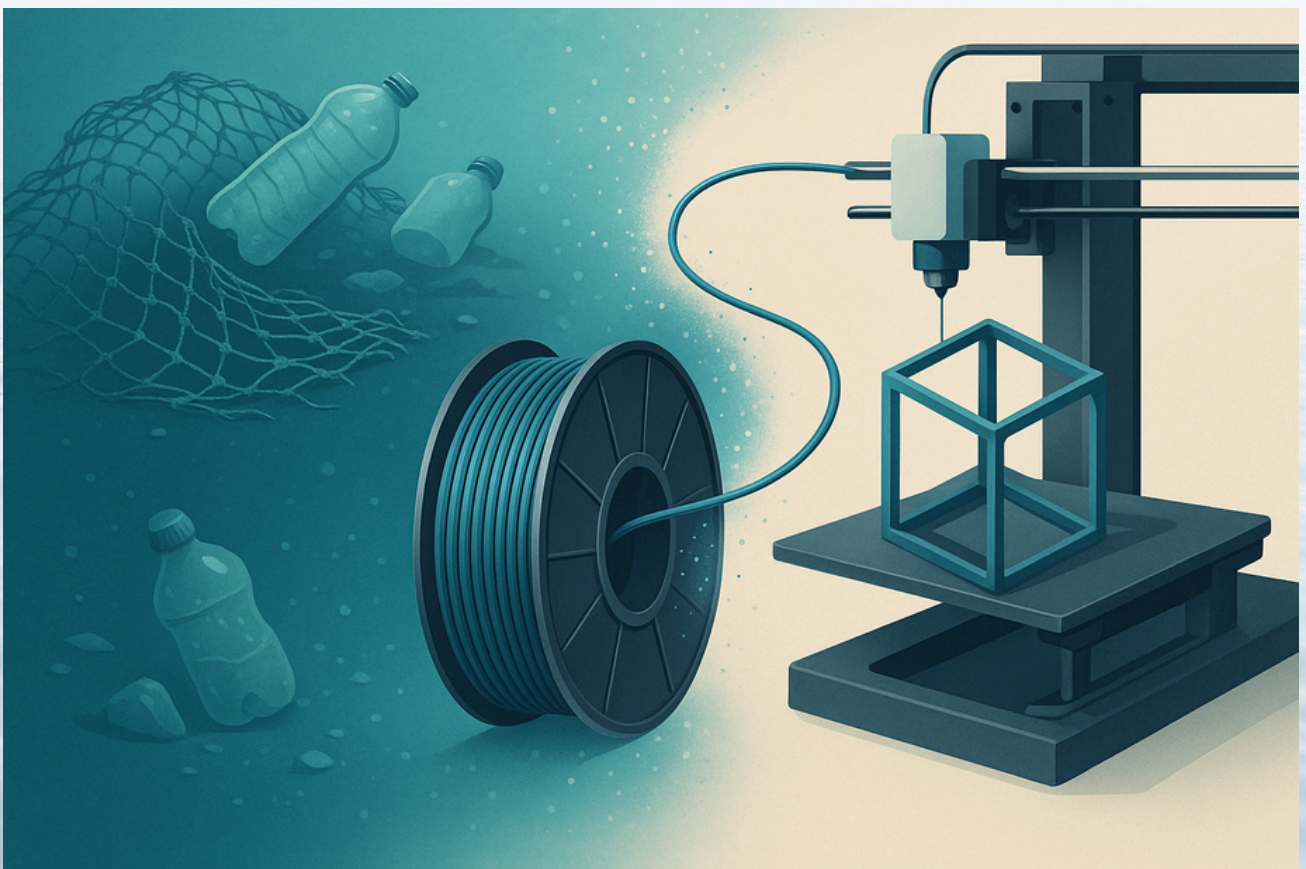
OBJETIVO DEL INFORME

En el presente informe se analizan los materiales plásticos presentados en el informe sobre identificación y valoración de residuos marinos más comunes encontrados en entornos marítimos, su idoneidad para ser reciclados, y utilizados mediante tecnologías de procesamiento por fabricación aditiva, su comportamiento técnico al ser transformados en filamento para tecnologías FDM (Modelado por Deposición Fundida).

El objetivo del presente informe es seleccionar de los materiales plásticos descritos en el informe anterior los más adecuados - provenientes de residuos marinos - para la fabricación de filamentos comerciales de impresión 3D, la evaluación de estos materiales a nivel de procesabilidad y uso.

El informe se divide en 4 puntos principales, siendo los siguientes:

1. Análisis de los residuos encontrados para ser aptos para fabricación aditiva mediante FDM.
2. Identificación de materiales comerciales compatibles.
3. Descripción de la procesabilidad.
4. Aplicaciones comunes del material para FDM.



ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS ENCONTRADOS

Este apartado tiene como objetivo identificar y caracterizar los residuos plásticos que, tras un proceso adecuado de reciclado y acondicionamiento, pueden ser considerados aptos para su utilización en la fabricación aditiva mediante tecnología FDM. A través de este análisis se podrá establecer una base técnica para la selección de materiales con potencial para ser transformados en filamentos funcionales, seguros y sostenibles.

Material	Uso como filamento FDM
LDPE (Polietileno de baja densidad)	Poco adecuado para impresión FDM. Tiene baja rigidez, alta flexibilidad y una gran tendencia a la retracción. Mala adhesión entre capas y a la cama de impresión. Solo se usa en aplicaciones muy específicas y requiere equipos modificados.
PET (Tereftalato de polietileno)	PET puro tiene buena resistencia mecánica, pero es difícil de imprimir por su tendencia a absorber humedad. Se prefiere su derivado PETG, que es más estable, fácil de imprimir y comúnmente usado en impresión 3D. Muy recomendado si se recicla correctamente.
HDPE (Polietileno de alta densidad)	Material ligero, resistente a químicos y al impacto. Sin embargo, tiene una altísima retracción térmica y mala adherencia a la cama. Se puede imprimir con esfuerzo, pero requiere preparación específica. No es ampliamente utilizado en impresión FDM estándar.
PS (Poliestireno)	Difícil de imprimir. Tiene buena rigidez y acabado superficial, pero presenta problemas de warping, fragilidad y generación de humos tóxicos. Poca disponibilidad como filamento comercial. No se recomienda para usos generales.

ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS ENCONTRADOS

Material	Uso como filamento FDM
PP (Polipropileno)	Alta resistencia química y ligera. Es técnicamente imprimible, pero presenta una alta tasa de deformación y mala adherencia. Requiere camas adhesivas específicas o superficies tratadas. Se usa en aplicaciones industriales con equipos especializados.
PA (Poliamida / Nylon)	Excelente opción para piezas funcionales. Alta resistencia mecánica y flexibilidad. Sin embargo, es muy higroscópico, por lo que debe secarse antes de usarse. Requiere impresoras cerradas. Muy adecuado si se recicla desde redes de pesca.
EPS (Poliestireno expandido)	No apto para impresión FDM. Es un material espumado que pierde estructura al calentarse. No puede convertirse en filamento debido a su baja densidad y fragilidad. Su reciclaje es complejo y poco rentable para impresión 3D.

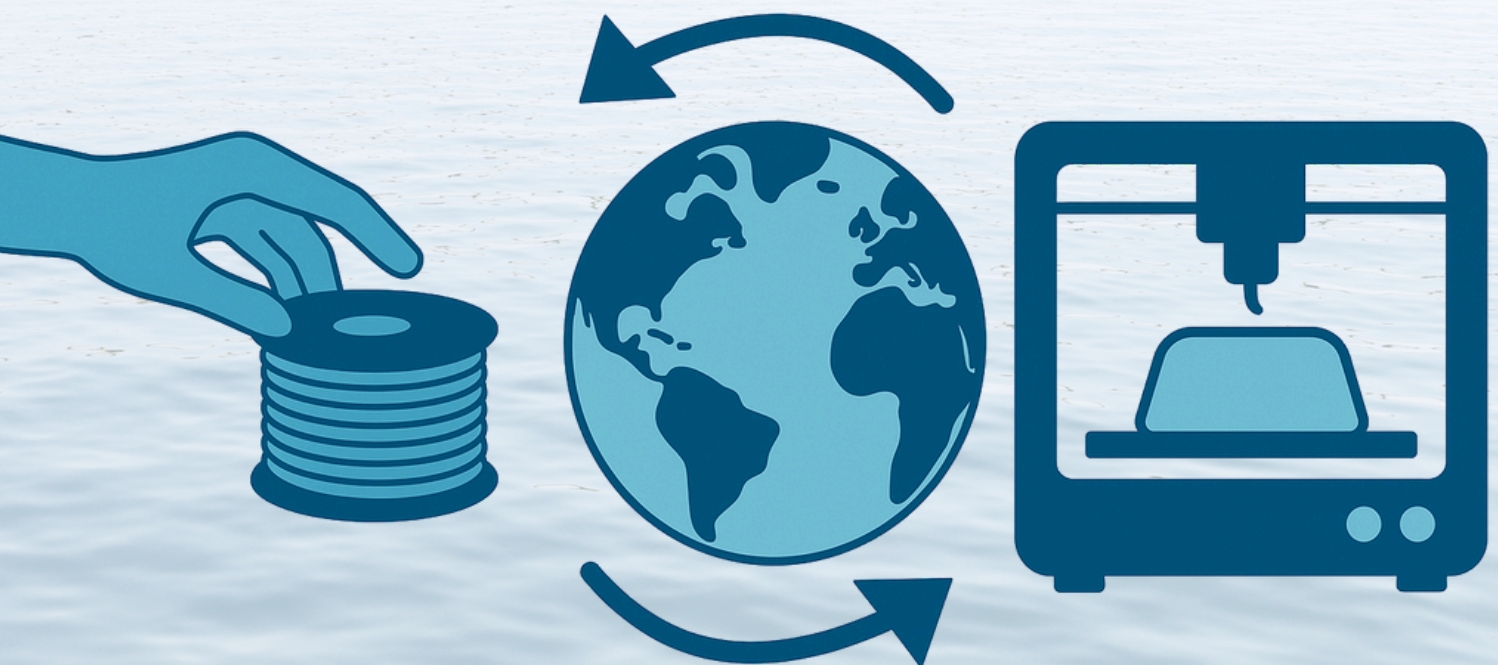


IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES COMERCIALES COMPATIBLES

Una vez analizados los residuos plásticos presentes en entornos marítimos y evaluada su idoneidad técnica para su uso en impresión 3D mediante FDM, el siguiente paso consiste en identificar qué materiales reciclados están disponibles comercialmente como filamentos y cuáles de ellos son realmente compatibles con los equipos y condiciones de impresión más comunes.

El mercado de la impresión 3D ha evolucionado hacia una creciente oferta de filamentos ecológicos, muchos de ellos elaborados a partir de residuos post-consumo, incluyendo plásticos marinos recuperados. Sin embargo, no todos estos productos cumplen con los requisitos de calidad, estabilidad y facilidad de impresión que demanda la tecnología FDM.

Este apartado tiene como finalidad recopilar y clasificar los principales materiales reciclados disponibles en el mercado que pueden utilizarse como filamentos FDM, evaluando aspectos como su tipo de polímero base, porcentaje de reciclado, comportamiento durante la impresión, estabilidad dimensional y aplicaciones recomendadas.

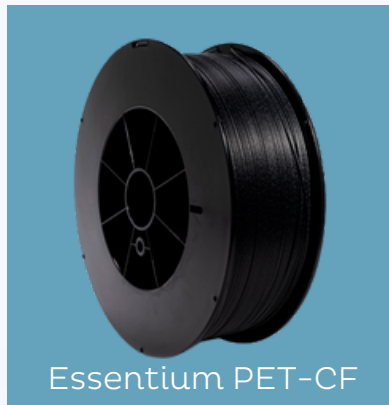


IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES COMERCIALES COMPATIBLES

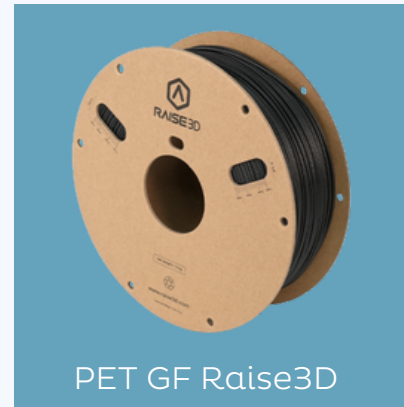
PET (Tereftalato de polietileno)



PET Ultrafuse



Essentium PET-CF



PET GF Raise3D

PP (Polipropileno)



Filamento FL605R-CF
reciclado - Braskem



PP (Polipropileno)



PP GF Recreus

PA (Poliamida / Nylon)



Fiberon PA6-CF20



PA6 GF30 Ultrafuse



OrCA - Fishy Filaments
by Fillamentum

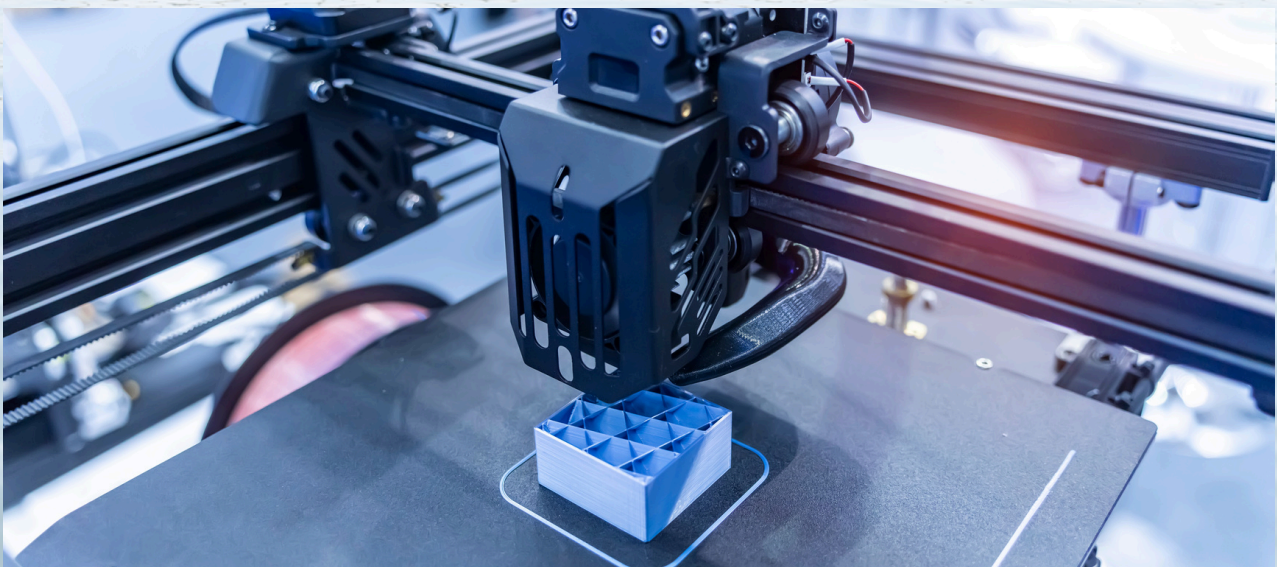
Fuente de las imágenes: <https://filament2print.com/es/>

DESCRIPCIÓN DE LA PROCESABILIDAD

La procesabilidad de un material termoplástico hace referencia a su comportamiento durante el proceso de impresión 3D por deposición fundida (FDM), considerando aspectos como la facilidad de extrusión, la estabilidad dimensional, la adhesión entre capas, la compatibilidad con la base de impresión, y su respuesta térmica bajo condiciones estándar de impresión. En el contexto de este estudio, donde se busca utilizar plásticos reciclados provenientes de entornos marítimos, comprender la procesabilidad de cada tipo de polímero es esencial para determinar su viabilidad práctica como filamento.

Muchos plásticos recuperados del medio marino presentan alteraciones en su estructura molecular debido a la exposición a rayos UV, salinidad y agentes químicos. Esto puede afectar directamente su fluidez, su capacidad de adherencia y su comportamiento durante el enfriamiento. Además, algunos polímeros como el PET, PA y PP requieren condiciones específicas como secado previo, camas calefactadas o recintos cerrados para poder ser procesados correctamente sin deformaciones ni fallos de impresión.

Este apartado ofrece una descripción detallada de las condiciones técnicas necesarias para imprimir los materiales seleccionados, tanto en su forma pura como en formulaciones reforzadas con fibras. Se analizan variables clave como las temperaturas de extrusión y cama, velocidades de impresión recomendadas, tipo de superficie de impresión, y la necesidad de sistemas de control térmico en la zona de trabajo. Esta información permitirá seleccionar los materiales más compatibles con los equipos de impresión disponibles y garantizar la calidad del producto final.



DESCRIPCIÓN DE LA PROCESABILIDAD

Material	Procesabilidad	Temp. extrusor (°C)	Temp. cama (°C)	Vel. impresión (mm/s)	Base impresión	Control térmico zona impresión
PET / PETG	PETG es fácil de imprimir, buena adhesión, bajo warping. PET puro requiere secado. Con fibras (PETG-CF), mayor rigidez. Requiere boquilla endurecida.	230-250	70-90	40-60	Cama de vidrio, PEI o texturizada	No esencial, pero mejora
PA (Nylon)	Excelente resistencia, muy higroscópico. Requiere secado y cámara cerrada. Con fibras (PA-CF, PA-GF) mejora rigidez. Requiere boquillas reforzadas.	250-270	70-90	30-50	Superficie de nailon, garolite o PA stick sheet	Recomendado: impresora cerrada
PP	Difícil de imprimir. Alta retracción. Adherencia deficiente a camas estándar. PPGF mejora estabilidad. Sigue siendo difícil sin cama adecuada.	220-240	80-100	30-50	Placa de polipropileno o cinta adherente PP	Recomendado para estabilidad dimensional

APLICACIONES COMUNES DEL MATERIAL PARA FDM

El éxito de un material en impresión 3D no solo depende de su procesabilidad, sino también de su desempeño en aplicaciones reales. Cada polímero utilizado en FDM posee características mecánicas, térmicas y químicas particulares que lo hacen más o menos adecuado para ciertos usos finales. En el contexto de materiales reciclados, especialmente aquellos derivados de residuos plásticos marinos, es fundamental identificar qué aplicaciones son técnica y comercialmente viables, ya que esto influirá directamente en la estrategia de desarrollo y posicionamiento del filamento.

Los materiales como el PET (y su variante PETG), el PA (nylon) y el PP (polipropileno) presentan propiedades que los hacen atractivos en distintos sectores, desde la fabricación de prototipos hasta la producción de piezas funcionales en ingeniería, automoción, náutica, bienes de consumo y diseño industrial. Su comportamiento ante tensiones mecánicas, exposición a ambientes húmedos o químicos, así como su flexibilidad o rigidez, determinan su idoneidad para productos finales impresos en 3D.

En este apartado se describen las aplicaciones más comunes de cada uno de estos materiales cuando se utilizan en impresión FDM, considerando tanto formulaciones estándar como aquellas reforzadas con fibras. Esta información servirá para orientar el desarrollo del filamento reciclado hacia nichos de mercado específicos, asegurando su funcionalidad y valor añadido frente a filamentos convencionales.

APLICACIONES COMUNES DEL MATERIAL PARA FDM

		
PET / PETG	PP	PA
Prototipos, señalización, productos decorativos	Piezas náuticas, flotadores	Engranajes, piezas funcionales y accesorios de pesca

APLICACIONES COMUNES DEL MATERIAL PARA FDM

Material	Propiedades destacadas	Aplicaciones comunes FDM	Aplicaciones recomendadas para reciclado marino
PET	Buena resistencia mecánica, reciclable, moderada estabilidad dimensional, sensible a humedad	Envases rígidos, piezas estructurales ligeras, componentes de baja fricción	Elementos de señalización, prototipos visuales, piezas no exigentes expuestas a humedad
PETG	Alta resistencia química, buena transparencia, fácil impresión, baja deformación	Carcasas, prototipos funcionales, recipientes, conectores, piezas en contacto con alimentos (grado apto)	Piezas decorativas, productos de uso cotidiano, protectores, soportes estructurales ligeros
PP (Polipropileno)	Ligero, alta resistencia química y a impactos, baja densidad, difícil adherencia	Bisagras flexibles, envases técnicos, piezas expuestas a ambientes agresivos, componentes médicos no críticos	Flotadores, piezas náuticas no estructurales, recipientes, protectores expuestos a humedad
PA (Poliamida / Nylon)	Excelente resistencia mecánica y térmica, alta flexibilidad, buena adherencia entre capas, muy higroscópico	Engranajes, cojinetes, componentes de maquinaria, fijaciones, piezas funcionales bajo carga	Piezas funcionales, accesorios para pesca, piezas móviles o flexibles, partes de drones o sistemas modulares

CONCLUSIONES

- El análisis realizado evidencia que, si bien existe una amplia variedad de residuos plásticos presentes en entornos marítimos, no todos ellos son aptos para ser transformados en filamentos utilizables en impresión 3D mediante la tecnología FDM. Factores como la degradación estructural, la higroscopicidad, la dificultad de adherencia a la cama de impresión y la inestabilidad térmica influyen directamente en la viabilidad técnica del reciclaje para este fin.
- Entre los materiales evaluados, destacan especialmente el PET/PETG, el PP y el PA (nylon) como opciones prometedoras. PETG, en particular, se posiciona como uno de los materiales más equilibrados gracias a su facilidad de impresión, buena resistencia mecánica y estabilidad dimensional, lo que lo convierte en un excelente candidato para productos derivados del reciclaje marino. PA ofrece un rendimiento técnico muy alto para aplicaciones funcionales y exigentes, aunque requiere un mayor control de humedad y condiciones de impresión específicas. PP, por su parte, presenta ventajas en peso y resistencia química, aunque plantea desafíos técnicos asociados a su procesabilidad y adhesión.

PETG, PA Y PP MATERIALES PROMETEDORES

**PETG: FÁCIL IMPRESIÓN
Y BUENA RESISTENCIA**

**PA: ALTO RENDIMIENTO,
REQUIERE CONTROL
DE HUMEDAD**

**PP: LIGERO, RESISTENTE,
PERO DIFÍCIL DE IMPRIMIR**



CONCLUSIONES

- A su vez, la incorporación de cargas de fibras (como carbono o vidrio) en estos materiales reciclados permite mejorar considerablemente su rigidez, estabilidad térmica y comportamiento mecánico, abriendo la puerta a aplicaciones de mayor valor añadido.
- En síntesis, el uso de materiales reciclados provenientes de residuos marinos para impresión FDM es técnicamente viable siempre que se seleccione adecuadamente el polímero base, se controle su acondicionamiento y se adapten los parámetros del proceso de impresión. Esta estrategia no solo aporta soluciones sostenibles al problema de la contaminación plástica, sino que también permite transformar residuos en productos innovadores con aplicación real en sectores como el diseño industrial, la náutica, la educación y la ingeniería.



EL PROYECTO LABMAR

Este proyecto se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa Pleamar, y se cofinancia por la Unión Europea por el FEMPA (Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura)

Está coordinado por la Asociación AMICOS y tiene como socios a la Fundación para la Pesca y el Marisqueo (FUNDAMAR) y a la Federación Nacional de Cofradías de Pescadores (FNCP).

LabMAR, nace de la colaboración entre estas tres entidades que tienen el interés común de proteger y conservar los ecosistemas marinos para asegurar la provisión de sus servicios ecosistémicos, impulsar la economía azul y reducir la contaminación marina.

Las basuras marinas es uno de los mayores problemas de contaminación a nivel mundial.

Promover la conservación del medio marino y apostar por el desarrollo de una economía azul sostenible e inclusiva, son dos temáticas de interés social prioritarias.



LabMAR se centra en la reducción de los residuos marinos y la valorización de los mismos.

EL PROYECTO LABMAR



AMICOS es una asociación sin ánimo de lucro cuya misión es prestar servicios y apoyos para conseguir que todas las personas con discapacidad intelectual, autismo, parálisis, daño cerebral y sus familias puedan desarrollar su proyecto de vida con el objetivo de conseguir su inclusión como ciudadanos de pleno derecho.



Entidad compuesta por la patronal Cooperativa de Armadores de Pesca del Puerto de Vigo (ARVI), y los sindicatos UGT y CC.OO que conforman la mayoría de la representación en el ámbito social y económico de la pesca marítima y el marisqueo dentro de la CCAA de Galicia. Entre sus fines se encuentran promover el desarrollo sostenible del sector marítimo-pesquero e impulsar la innovación, el desarrollo y la investigación científica.



La Federación Nacional de Cofradías de pescadores es una organización sin ánimo de lucro que representa a las cofradías de pescadores en todo el país. Su objetivo es proteger y preservar los derechos e intereses de los pescadores, así como mejorar sus condiciones de trabajo.

Objetivos del proyecto:



Reducir los residuos marinos en colaboración con el sector pesquero, el sector empresarial y el social



Generar conciencia ambiental a través de la divulgación del conocimiento sobre el estado de conservación de espacios marinos protegidos y la necesidad de prevenir la generación de residuos



Poner en valor las basuras marinas (artes de pesca, piezas de barcos, etc) a través del diseño y prototipado de nuevos productos.



Fomentar la formación, la innovación y la creación de empleo inclusivo vinculado a la economía azul o circular.



LABORATORIO PARTICIPATIVO PARA LA PREVENCIÓN Y VALORIZACIÓN DE BASURAS MARINAS



Se especifica la ausencia de responsabilidad de los financiadores sobre las opiniones y documentación que aporta el autor o autores de este material.

