

Proyecto ENZYCLE

Enzimas microbianas para el tratamiento de fracciones plásticas no recicladas

Autores - Bretas, Clara*; Doñate, Silvia*; Esclapez, María Deseada*

*Depuración de Aguas del Mediterráneo

clara.bretas@dam-aguas.es

Palabras clave – Microplásticos; aguas residuales; compost; separación; degradación

Resumen

El proyecto europeo EnzyCle tiene como objetivo general desarrollar nuevas enzimas y procesos avanzados para el tratamiento enzimático de fracciones plásticas no recicladas. En este proyecto, la empresa Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM) es responsable de la validación técnica de la separación y degradación de microplásticos (MPs) en estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs).

Para ello, DAM ha estado desarrollando los métodos para la cuantificación e identificación de MPs. DAM también ha estado trabajando en el diseño, construcción e implementación de una planta piloto para la separación de MPs de aguas residuales mediante un sistema de filtración específico, y en un sistema para la degradación enzimática de los MPs recolectados de las aguas residuales. Además, con el objetivo de producir un compost con menor concentración de MPs para el uso agrícola, ha sido evaluada la degradación de MPs durante un proceso de compostaje. EnzyCle se inició en junio de 2020 y se prevé la finalización de su ejecución en mayo de 2024.

Materiales y métodos

Identificación de microplásticos en aguas residuales

Se recogieron muestras de agua residual tras el bloque de pretratamiento (1 y 2) y el tratamiento secundario (3 y 4) de una EDAR de la Comunidad Valenciana que fueron tratadas para la identificación de MPs. La metodología empleada se describe en la Figura 1.

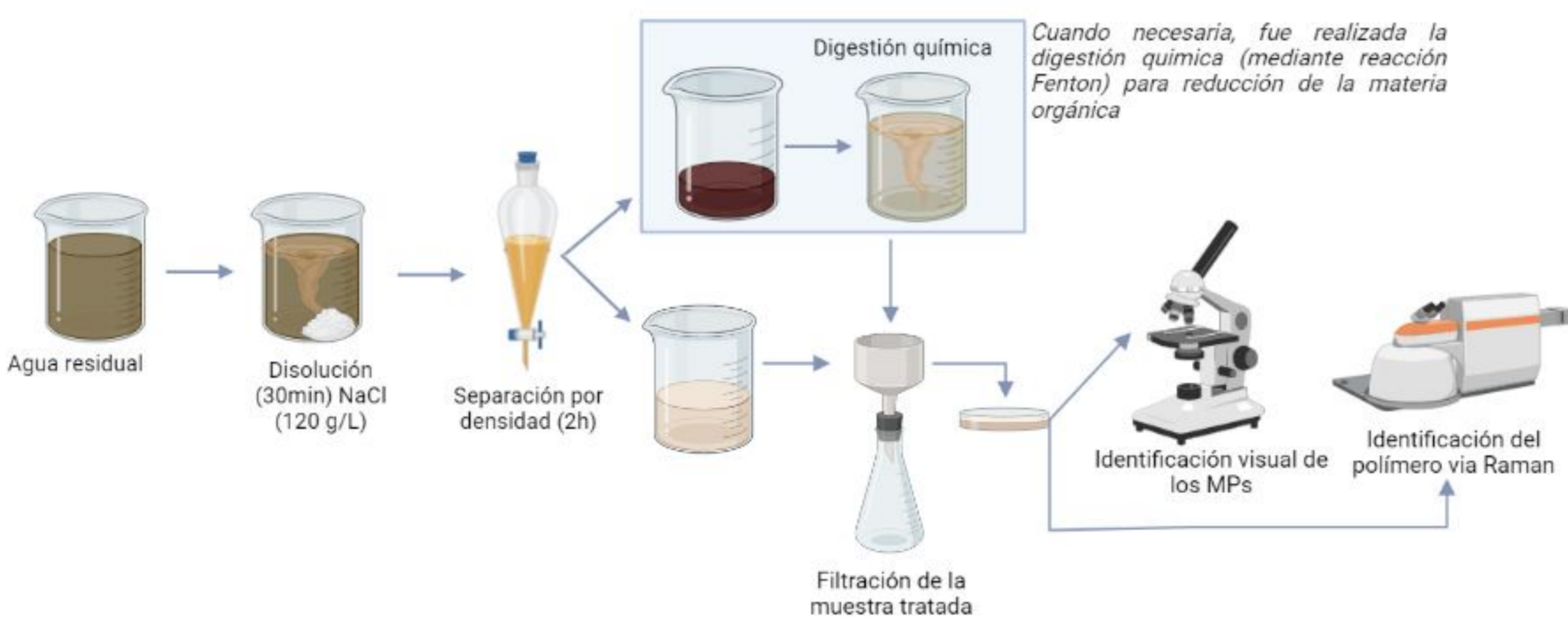


Figura 1. Metodología para separación e identificación de MPs de aguas residuales

Degradación de microplásticos durante el proceso de compostaje

Los microorganismos aislados en el proyecto EnzyCle han sido utilizados para la degradación de MPs en un proceso de compostaje. Para ello, fueron creados consorcios bacterianos con diferentes cepas.

Los ensayos de compostabilidad tuvieron una duración de 170 días y fueron utilizados MPs artificiales para evaluación de la degradabilidad de poliolefinas (Figura 2).



Figura 2. Microplásticos artificiales usados en los ensayos de degradación

Planta piloto para separación de microplásticos mediante un sistema de filtración específico

Se ha diseñado una planta piloto para separación de microplásticos y se ha implementado en una EDAR de la Comunidad Valenciana con el objetivo de separar los MPs del agua residual tras el pretratamiento. Para ello la planta está compuesta por dos sistemas principales: un hidrociclón y una columna de separación.

Planta piloto → Hidrociclón + Columna de separación

Ensayos de laboratorio preliminares fueron realizados en el hidrociclón y con una columna de separación empleando las condiciones descritas en la tabla 2.

Tabla 2. Condiciones empleadas en los ensayos en el hidrociclón y en la columna de separación

Imagen	Descripción
	Hidrociclón: Muestra: 100L de agua residual tras pretratamiento Caudal de entrada: 1,7m ³ /h. Tiempo: Inicial, 1h, 2h, 3h Recolecta de muestra y determinación de su turbidez.
	Columna de separación: Muestra: 5L de agua residual tras pretratamiento. Luces de malla: 900µm, 500µm, 150µm, 50µm. Recuento de MPs en las diferentes mallas.

Próxima fase del proyecto

Sistema de degradación enzimática

Se está evaluando un sistema de degradación de MPs por acción enzimática mediante una planta piloto basada en la configuración de un reactor biológico con microorganismos y enzimas, que actualmente se encuentra en fase de diseño.

Resultados

Identificación de microplásticos en aguas residuales

Fibras y fragmentos de diferentes colores han sido identificados en el agua residual. En la Figura 3 se puede observar algunas microparticulas recogidas.

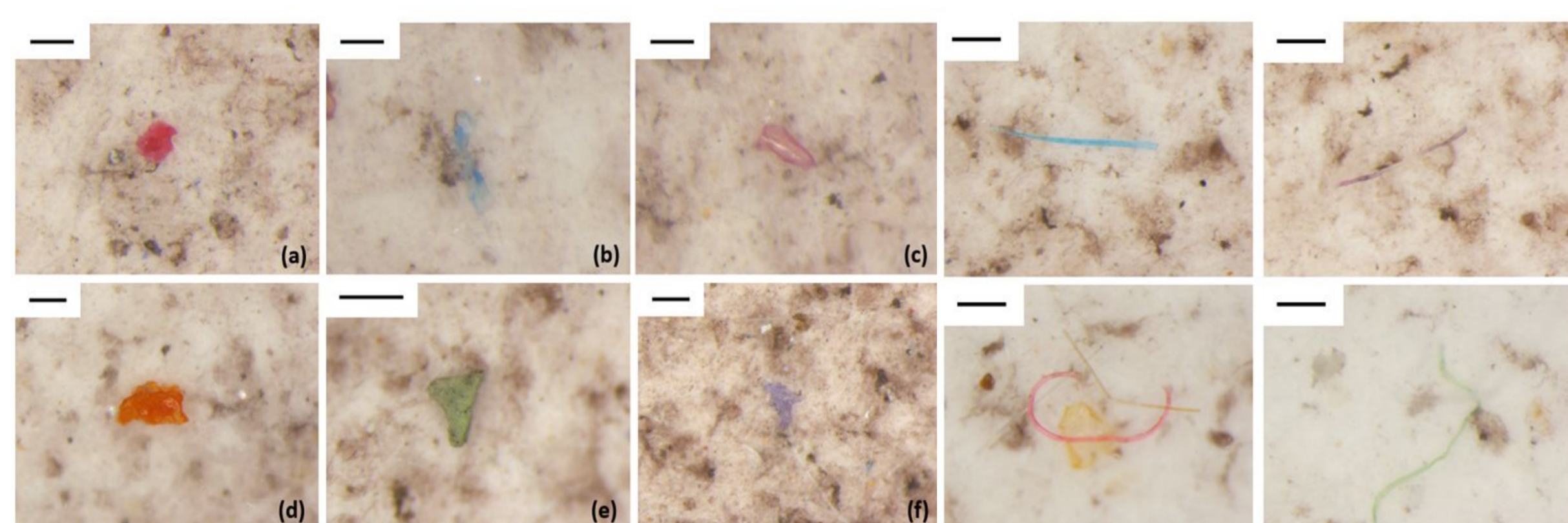


Figura 3. Fragmentos recogidos de aguas residuales tras la filtración en 150 µm (a,b,c = barra de escala 100 µm; d,e,f = barra de escala 200 µm) y fibras recogidas de aguas residuales tras la filtración en 150 µm (barra de escala 200 µm).

Cuantificación y caracterización de los MPs

Muestra 1: 26 MPs/L
Muestra 2: 18 MPs/L
Muestra 3: 42 MPs/L
Muestra 4: 55 MPs/L

Distribución según forma: 75% fibras y 25% fragmentos
Identificación vía Raman: Polímeros predominantes PE (50%) y PET (25%)

Degradación de microplásticos durante un proceso de compostaje

Consorcio 7

Demstró la mayor tasa de degradación, alcanzando el 9% tras 170 días.

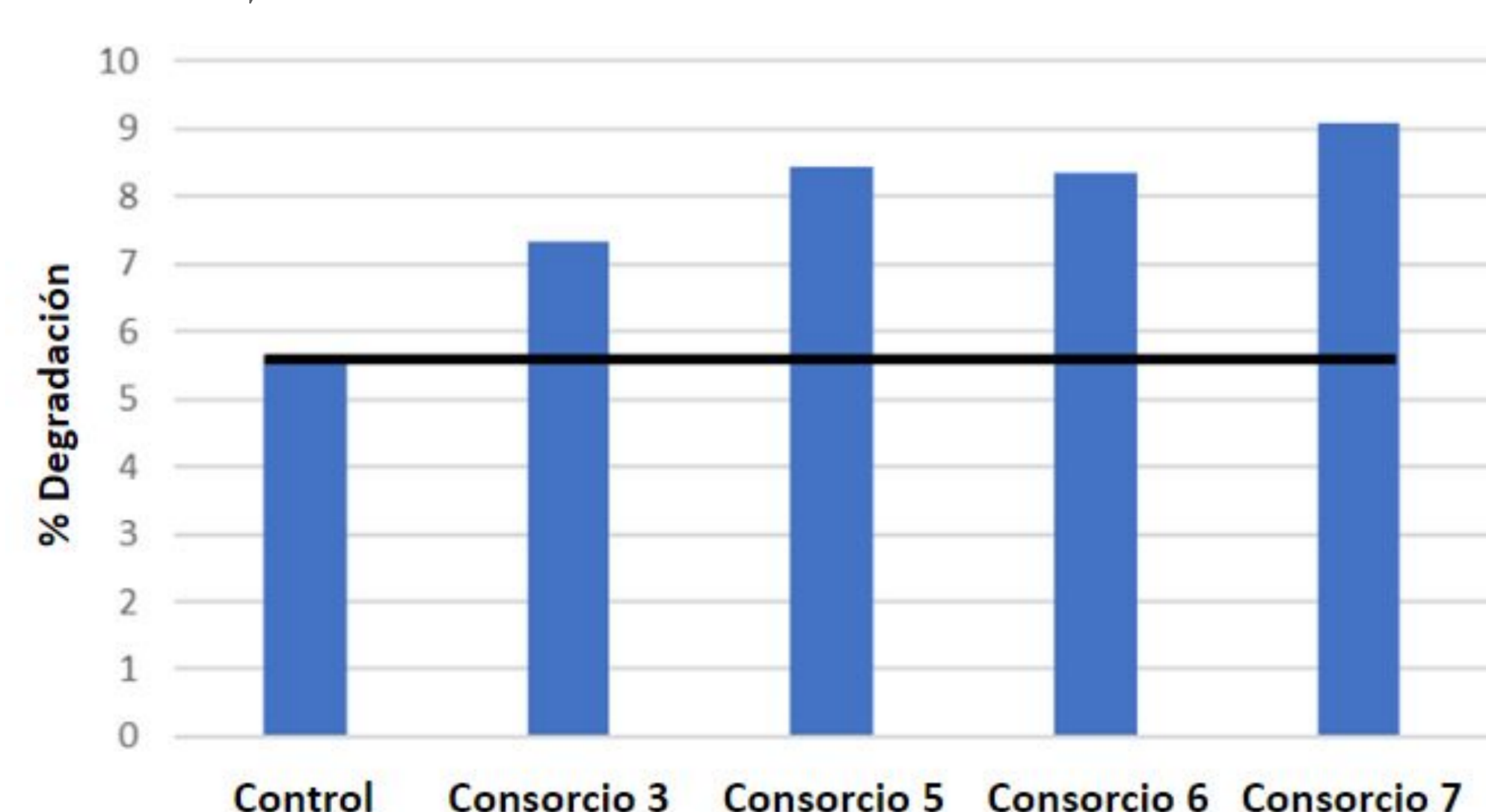
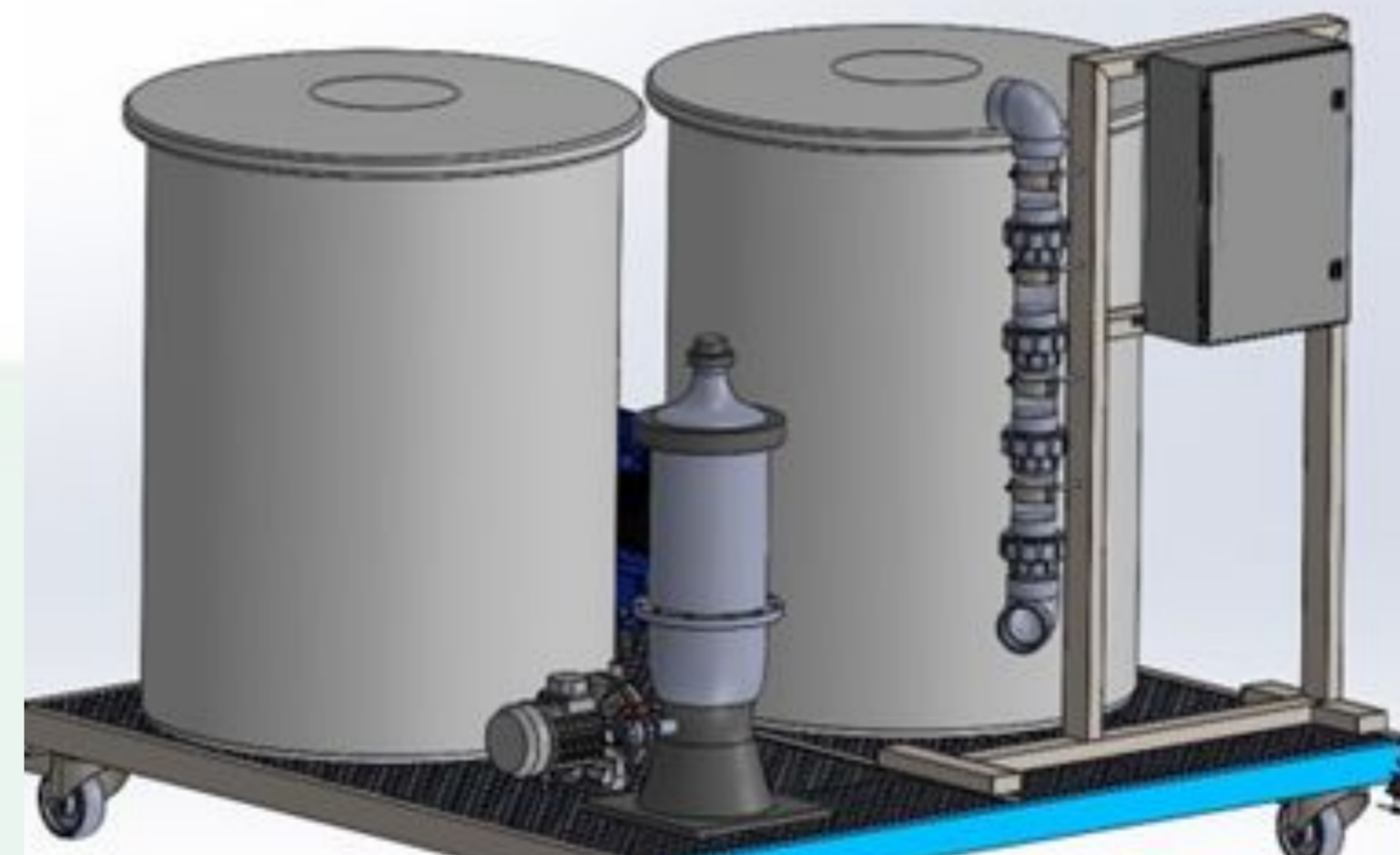


Figura 4. Porcentaje de degradación alcanzado para cada uno de los consorcios estudiados

Aunque que no se haya obtenido un porcentaje de biodegradabilidad muy elevado, se espera poder alcanzar una mejora de la eficiencia del proceso a lo largo del proyecto.

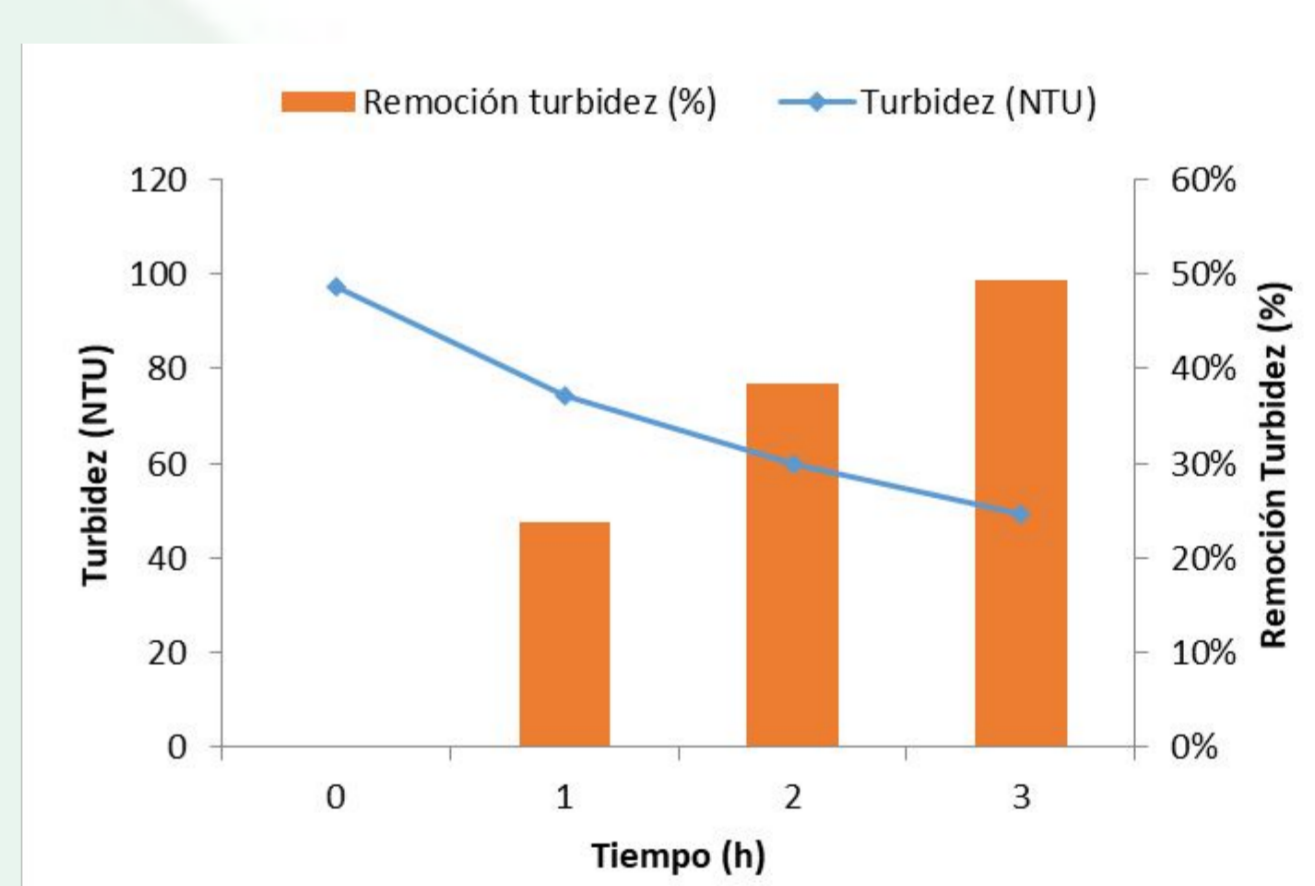
Planta piloto para separación de microplásticos mediante un sistema de filtración específico

Planta piloto

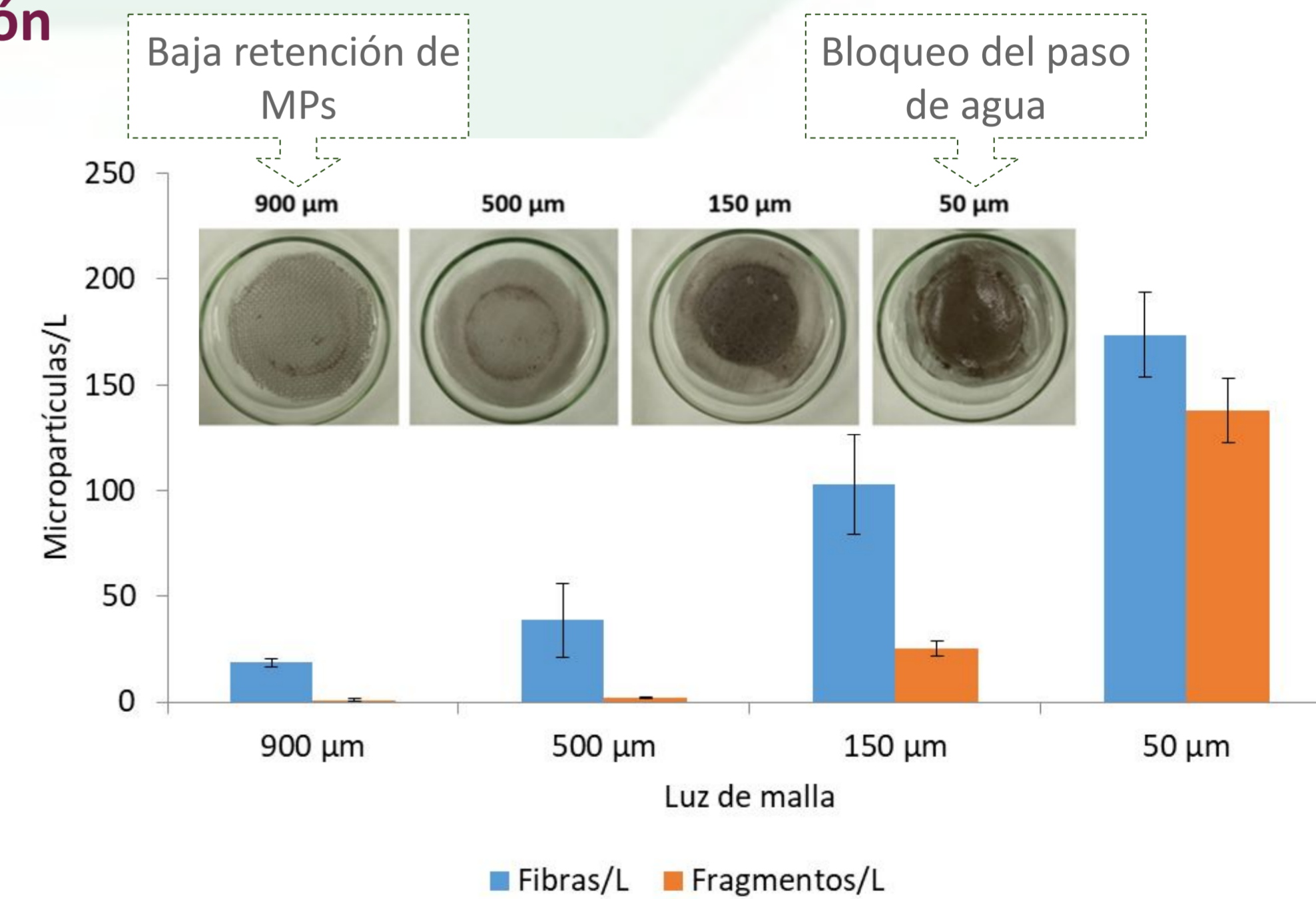
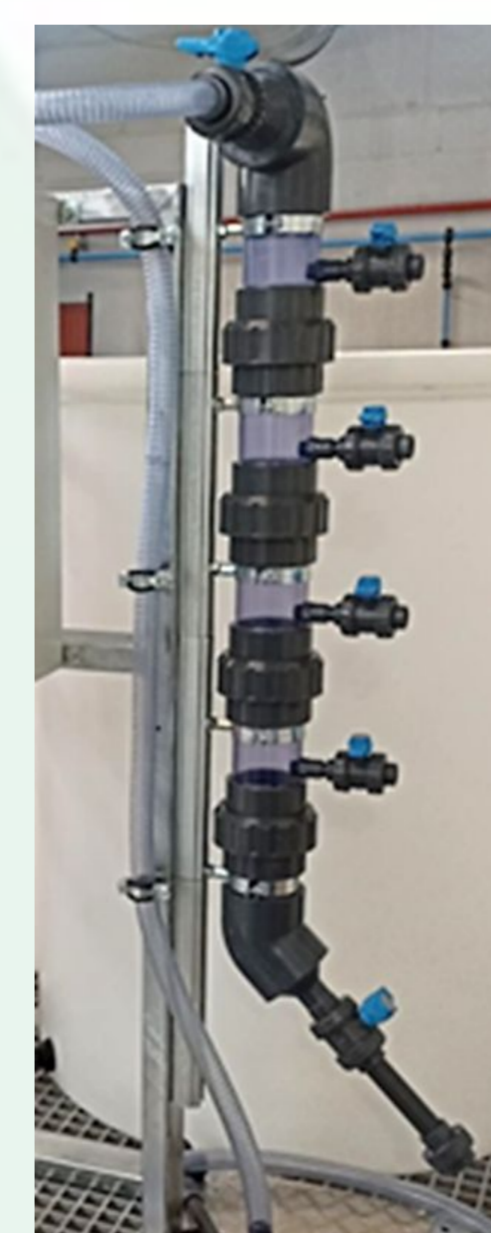


Hidrociclón

Remoción de más del 45% de turbidez tras 3 horas de tratamiento.



Columna de separación



En los ensayos preliminares realizados en laboratorio se observó que el mejor rango de luces de malla para la columna de separación es entre 500 - 150µm. Además se ha observado la retención de pequeños fragmentos (10µm) que podrían ser MPs.

Próxima fase del proyecto

Sistema de degradación enzimática

Han sido desarrolladas enzimas y microorganismos en el proyecto EnzyCle para su uso en el sistema de degradación de MPs. El sistema tendrá enzimas inmovilizadas y libres, capaces de degradar los MPs presentes en el agua residual.

Conclusiones

- Del total de microplásticos contabilizados, 75% eran microplásticos en forma de fibras y el 25% en forma de fragmentos. Siendo el PE el polímero más identificado.
- Se definió la configuración de la planta piloto de ENZYCLE para la separación de MPs por un proceso de filtración específico y se ha empezado a estudiar el diseño del sistema de degradación de MPs para su futura implementación.
- Finalmente, el proceso de compostaje está siendo estudiado para alcanzar una mejor degradación de MPs y generar un compost de alta calidad.