



**TÍTULO DEL PROYECTO:**

B-COPRO – Mejora de equipos de PROducción de materiales/refuerzos BioCOMpostables

**ENTREGABLE E3.3:**

E3.3 - Informe prototipo

<b>Nivel de difusión</b>	Interno
<b>Entidad Responsable</b>	ITENE
<b>Fecha de entrega</b>	Mayo 2020

## INDICE

1	Introducción .....	3
2	Integración de las mejoras .....	3
3	Pruebas y validación del prototipo .....	3
3.1	Objetivo.....	3
3.2	Puesta en marcha con producto.....	4
3.2.1	Prueba 1 .....	4
3.2.2	Prueba 2 .....	4
4	Conclusiones sobre el diseño y mejoras implementadas .....	5

## 1 Introducción

En el presente documento se detallan y muestran las modificaciones realizadas en el cristizador conforme a la ingeniería de detalle realizada, y las pruebas de cristalización de PLA realizadas tras la implementación de estas.

## 2 Integración de las mejoras

A continuación, se describen las tareas llevadas a cabo para la integración de los cambios diseñados y planteados en el E3.2.

Las principales tareas realizadas para la ejecución de los trabajos han sido:

- Desmontaje de la tapa superior del depósito y extracción del agitador.
- Fabricación de nuevas palas para el agitador.
- Integración de nuevas palas en el eje agitador con casquillos separadores.
- Fabricación de malla para la mejora de la difusión del aire caliente.
- Instalación de la malla en el equipo.
- Sustitución de válvula volumétrica de descarga por válvula de compuerta manual.
- Montaje de todo el conjunto.
- Pruebas de validación mecánica de la solución.
- Pruebas de cristalización.

## 3 Pruebas y validación del prototipo

Una vez realizadas las modificaciones, se han hecho diferentes pruebas en vacío para validar el correcto funcionamiento mecánico del equipo. Se comprueba que no hay ningún rozamiento mecánico y que los consumos de los motores son los correctos.

Una vez validado el funcionamiento mecánico, se realizan varias pruebas con poco producto, para revisar el comportamiento mecánico de la solución.

Tras las pruebas iniciales se planifican pruebas con producto para recoger los resultados y análisis de las pruebas de cristalización de PLA en estado inicial amorfo.

### 3.1 Objetivo

- Revisar el comportamiento mecánico en una prueba real de cristalización.
- Verificar si el motor trabaja correctamente mediante la medida del consumo (intensidad) del motor.
- Valorar la modificación del sistema de agitación realizada, prestando especial atención a la generación de material duro aglomerado durante el proceso de cristalización, que impida la descarga del material a la finalización del proceso.
- Valorar la mejora en la descarga por el cambio de la válvula de descarga por la válvula de guillotina.

- Comprobar resultados de calidad final del producto tras el proceso de cristalización.

## 3.2 Puesta en marcha con producto

### 3.2.1 Prueba 1

#### 1. Condiciones iniciales (t0seg, T0°C):

Máquina vacía y a temperatura ambiente.

Puesta en marcha del motor de agitación. No se escuchan roces mecánicos.

#### 2. Incorporación de material (t15min, T70°C):

Incorporación de 20kg de material. Se escuchan ruidos de aplastamientos de los *pellets* de PLA entre las chapas y la carcasa del agitador.

El PLA no parece cristalizar tras analizar varias muestras pequeñas. Se decide aumentar la temperatura de consigna.

#### 3. Aumento de la temperatura de consigna (t35min, T90°C):

Transcurridos 20 minutos, comienza a escucharse como el material ya no se aplasta. Se observa que comienza a apelmazarse mientras se cristaliza (aspecto gomoso). Comienza a escucharse otro tipo de ruido, se trata del roce de las aspas con el material gomoso.

#### 4. Comienzo de cristalización (t40min, T90°C):

El ruido aumenta, por lo que decidimos extraer la totalidad de la muestra para evitar daños al equipo. Se observa comienzo de cristalización.

#### 5. Reintroducción del material a la cristalizadora (t41min, T90°C):

Tras extraer el material, se vuelve a introducir en la cristalizadora para terminar el proceso de cristalización. El material apelmazado puede separarse fácilmente con las manos.

#### 6. Finalización de la cristalización (t50min, T90°C):

Al reincorporar el material en el interior del equipo, se finaliza la cristalización sin grandes contratiempos, no se observan apelmazamientos de material críticos.

### 3.2.2 Prueba 2

#### 1. Condiciones iniciales (t0seg, T90°C):

Comenzamos la prueba con la máquina a 90°C.

Se incorporan 20 kg de material para dejarlo cristalizar sin parar el proceso. Se vuelven a escuchar ruidos de aplastamientos de los *pellets* de PLA entre las chapas y la carcasa del agitador.

#### 2. Comienzo de cristalización (t30seg, T90°C):

Cambio del sonido de las palas contra el material gomoso.

#### 3. Aumento del sonido (t70seg, T90°C).

No se observan cambios muy significantes en el producto.

#### 4. Extracción del material (t14min, T90°C):

Se observa que el material se ha apelmazado y aumentando su volumen, alcanzando hasta el 75% de la altura del tanque.

Al terminar la prueba no se ha conseguido realizar el 100% del proceso de cristalización.

## 4 Conclusiones sobre el diseño y mejoras implementadas

Tras realizar varias pruebas para la validación de las modificaciones realizadas se extraen las siguientes conclusiones:

1. Se valida la modificación de las palas del agitador, así como el montaje de la válvula de guillotina manual para la descarga.
2. El montaje del conjunto eje, moto-reductor y tapa del cristizador es crítico. Debe montarse de forma que el eje quede totalmente vertical, evitando excentricidades debidas al movimiento de rotación, así como el ajuste del soporte radial del eje, en el interior del cristizador.
3. Se ha mejorado el movimiento del material en la zona más baja del cristizador (zona de la válvula de guillotina). También se ha mejorado la homogenización del calor con las rejillas perforadas, sin embargo, continúa apelmazándose material en las zonas más calientes del equipo (rejillas de soplado de aire caliente).
4. Igualmente existen aspas donde se acumula algo de material. Posiblemente se pueda solucionar con un pulido superficial o un tratamiento antiadherente.
5. Dada la diferencia de calidad del producto entre la prueba 1 (precalentamiento a 70°C y cristalización a 90°C) y la prueba 2 (sólo calentamiento a 90°C), se plantea el estudio del proceso de cristalización con el fin de mejorar la calidad final, planteando distintas temperaturas de consigna para evitar apelmazamientos excesivos.
6. Debe mejorarse el procedimiento de cristalización (parámetros de tiempo, temperatura...).

Una vez analizados los resultados de las pruebas planteadas, se podría estudiar la viabilidad de un proceso de recirculación del material que pueda evitar el apelmazamiento, en el momento crítico.