

# VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS POSTCONSUMO

---

Posibilidades en los  
procesos a pequeña escala

Bruno De Battista

Trabajo de grado

Diseño Industrial | Escuela Universitaria Centro de Diseño

Tutora: Rosita De Lisi

Febrero 2022



# ÍNDICE

- Introducción.....	3
- Resumen.....	5
- Capítulo 1	
Metodología.....	9
Parte 1 - análisis inicial.....	9
Parte 2 - desarrollo.....	9
Tipo de investigación.....	10
Alcance y limitantes.....	10
Materia prima.....	10
Procesos.....	12
Planteamiento del problema.....	12
Definición del problema.....	14
Objetivos.....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos particulares.....	15
- Capítulo 2	
Marco teórico - plásticos.....	19
Definición.....	19
Nuestra relación con los plásticos.....	19
Principales Familias y tipos de plásticos.....	20
Impacto ambiental de los plásticos.....	23
Reciclado del plástico.....	27
Antecedentes.....	29
Precious plastic.....	29
La fabrica makerspace.....	37
Emprendimientos.....	42
- Capítulo 3	
Etapa 1- pruebas preliminares.....	47
Descripción.....	47
Objetivos.....	47
Prueba 1 - triturado mecánico.....	48
Prueba 2 triturado manual 1.....	50
Prueba 3 triturado manual 2.....	52
Prueba 4 calentamiento en horno 1.....	54
Prueba 5 calentamiento en horno 2.....	56
Prueba 6 - poliestireno 1.....	63
Prueba 7 poliestireno 2.....	66
Prueba 8 poliestireno 3.....	68
Prueba 9 polipropileno 1.....	70
Prueba 10 polipropileno 2.....	73
Prueba 11 polipropileno moldeado.....	75
Conclusiones etapa 1.....	78

Etapa 2 - pruebas de laboratorio.....	80
Descripción.....	80
Objetivos.....	80
Pasos previos 1- triturado.....	81
Pasos previos 2 - diseño y construcción de molde.....	87
Procedimiento.....	91
Variables etapa 2.....	96
Aspectos a evaluar.....	99
Prueba 1 .....	100
Prueba 2 .....	110
Prueba 3.....	122
Prueba 4.....	130
Conclusiones etapa 2.....	141
 Etapa 3 - pruebas en taller.....	 144
Descripción.....	144
Objetivos.....	144
Proceso.....	144
Procedimiento.....	146
Variables etapa 3.....	150
Fichas de ensayo.....	153
Otras pruebas.....	166
Conclusiones etapa 3.....	179
 - Capitulo 4	
Interpretación de resultados.....	184
Fichas de materiales.....	186
Conclusiones.....	193
Reflexión final.....	195
 Extras	
Bibliografía .....	199
Anexos.....	200
Informe de visita a URUPLAC.....	200
Informe de visita a planta de reciclado ATMA.....	202
Agradecimientos.....	204

# INTRODUCCIÓN

El tema de estudio son los plásticos postconsumo, y sus posibilidades de reciclado en condiciones no industriales.

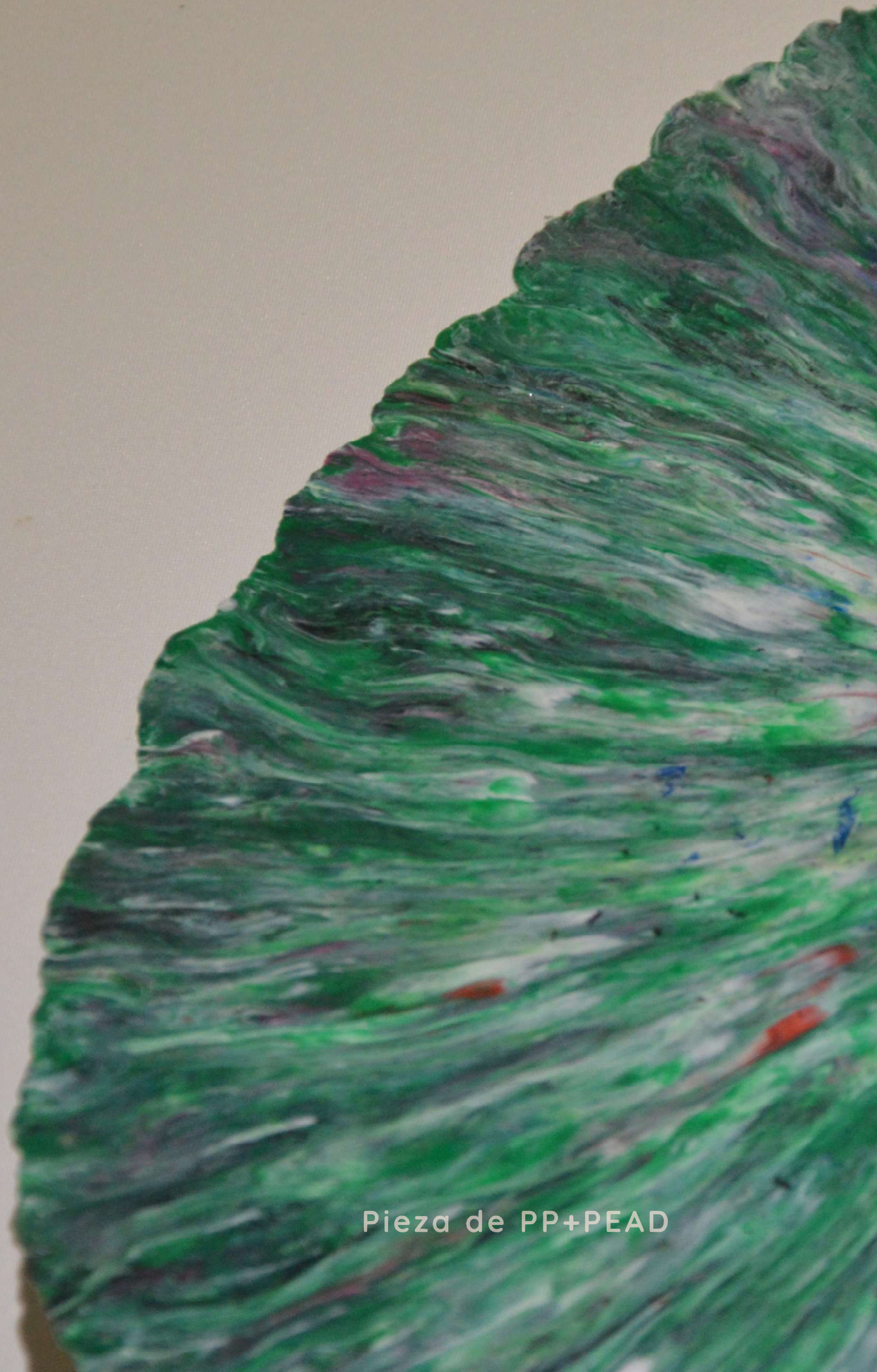
La elección del tema radica en una serie de inquietudes sobre la disposición de los materiales plásticos destinados a envases y otros objetos de un solo uso. Fue elegido de modo que se ajuste a un perfil que fui desarrollando en el transcurso de la carrera y que pongo en práctica en mi actividad laboral actual. Refleja mi interés por las tecnologías, los materiales, los procesos productivos.

Desde 2013 me encuentro trabajando en el ámbito industrial, específicamente en desarrollo de envases dentro de una empresa del rubro alimentos. Esta experiencia laboral, me ha nutrido de conocimientos sobre los distintos tipos de plásticos utilizados en la industria, sus características, el porqué de su utilización, los procesos de transformación, y su ciclo de vida. Otros aspectos con los que me he familiarizado, son los relacionados a la producción industrial: la estandarización, los procedimientos, los procesos de desarrollo y validación, la planificación y puesta en marcha de proyectos, y la importancia de documentar.

Por último, y por sobre todo lo anterior, está lo ambiental. No es posible hablar de plásticos, sin mencionar el impacto que estos tienen en el ambiente. El tema elegido y el desarrollo de esta tesis, abarca y vincula los aspectos antes mencionados.

La metodología para llevarlo a cabo, consta de dos partes:

- 1- Análisis inicial: en esta etapa se realiza una revisión de bibliografía sobre las temáticas eje del trabajo.
- 2- Desarrollo: se realiza experimentación en tres fases: pruebas preliminares, de laboratorio y por último se llevan a una escala mayor en un proceso específico.



Pieza de PP+PEAD

## RESUMEN

Este trabajo pretende brindar información y herramientas para aquellas personas y/o colectivos interesados en involucrarse directamente en los procesos de reciclado de plásticos a pequeña escala.

Si bien al momento de la realización de este trabajo, existen algunos proyectos que trabajan en el reciclado de plástico de manera “artesanal”, se observa que éstos cuentan con escaso, o nulo respaldo documental que les permita tener consistencia o variedad en los resultados.

Existe una gran variedad de plásticos, y si hablamos de reciclar, mayormente nos estaremos enfrentando a los plásticos de un solo uso. Dentro de los plásticos de un solo uso, encontraremos como primera caracterización los distintos tipos de plásticos Ej. PE, PP, PET. Dentro de cada uno de estos y como sub categoría, existen características adicionales como pueden ser: rígidos o flexibles, materiales impresos, etiquetados, metalizados, etc. Estas características conformarán las variables de materia prima.

Dentro del proceso, parámetros de temperatura, tiempo de calentamiento, presión, o velocidad de enfriamiento, tendrán incidencia en el resultado final. Estos cambios en los parámetros serán las variables de proceso.

A través de una investigación experimental, se introducirán variables tanto en los procesos como en las materias primas. Estas variables, así como los resultados obtenidos serán documentados en fichas. Las fichas servirán como receta, para que las variables introducidas sean replicadas y así obtener resultados idénticos, en idénticas condiciones.

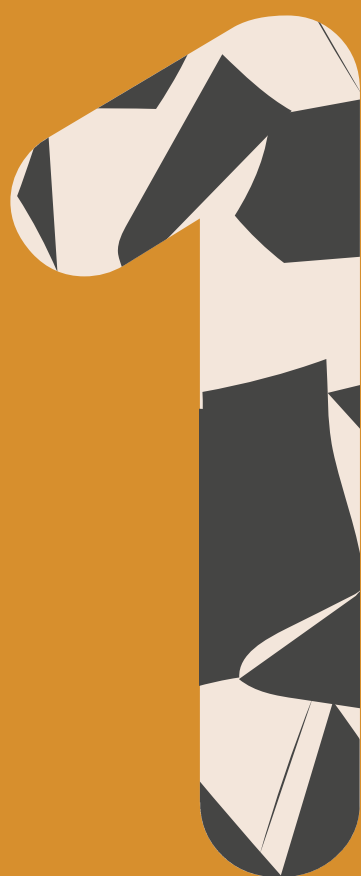
Adicionalmente, basado en los resultados obtenidos, se generarán fichas de los materiales con el fin de brindar información orientativa sobre el trabajo con los distintos materiales.

Con el resultado de este trabajo, se espera que tome visibilidad un modelo de reciclado, que acerque más a los usuarios con el proceso y el resultado final obtenido. Se procura allanar el camino y dar impulso para quienes decidan involucrarse de primera mano con el reciclado, ya sea de forma doméstica o en talleres colectivos. También se aspira a que pueda ser usado con un fin educativo.



Pieza de Polipropileno





# CAPÍTULO

# 1

---

- Metodología
- Tipo de investigación
- Alcance y limitantes
- Planteamiento del problema
- Definición del problema
- Objetivos

## METODOLOGÍA

### PARTE 1. ANÁLISIS INICIAL

- Revisión bibliográfica:

Se realiza una búsqueda de textos, informes, y otros documentos relacionados a los siguientes temas:

- Estado del reciclado de plástico en Uruguay
- Sustentabilidad
- Normativa relacionada a la gestión de residuos
- Normativa relacionada a la disminución de los desechos plásticos
- Plásticos: propiedades, procesos de transformación (virgen/reciclado), usos
- Reciclado del plástico

- Visitas:

Se realizan visitas de campo a proyectos de reciclado

Se realizan Informes de las visitas

- Entrevistas: se realizan entrevistas semi estructuradas a personas vinculadas a la industria del plástico, a los referentes de diversos proyectos de reciclado.

### PARTE 2. DESARROLLO

- Definición del alcance
- Definición de variables
- Búsqueda y selección del herramental
- Triturado y molienda
- Experimentación: Se sigue un método escalable que consta de 3 etapas:

#### Etapa 1. Pruebas preliminares

Objetivos:

- Conocer el comportamiento de los distintos materiales
- Validar herramientas que puedan ser utilizadas para la etapa 2
- Ajustar los parámetros de regulación de temperatura
- Comprobar la viabilidad de los ensayos
- Desarrollar un molde para realizar tiradas múltiples en etapa 2
- Establecer procedimiento y las medidas de precaución para la etapa 2

## Etapa 2- Pruebas de laboratorio

Objetivos:

- Comprobar la viabilidad de mezclar materiales
- Generar muestrario
- Generar fichas de proceso
- Obtener probetas para ensayos estandarizado de laboratorio
- Validar mezclas
- Seleccionar alternativas para la etapa de pruebas a mayor escala

## Etapa 3- Pruebas en taller

Objetivos:

- Comprobar los resultados obtenidos en la fase de laboratorio
- Generar muestras de mayor tamaño
- Selección de piezas para ensayos comparativos.

## TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es del tipo experimental, por las características de su desarrollo. Se trabajará en base a ensayos con manejo de variables. La evaluación de los resultados está basada en la observación.

## ALCANCE Y LIMITANTES

### MATERIA PRIMA:

La investigación está enfocada en materiales plásticos postconsumo. Dentro del abanico de distintos plásticos que se pueden recuperar del postconsumo, se eligió trabajar con PP (polipropileno), PS (poliestireno) y PEAD (polietileno de alta densidad) A continuación, se detallan los motivos de la elección:

### PEAD- polietileno de alta densidad

Se toma como punto de partida el PEAD, por ser un material en el que ya existen experiencias previas de reciclado de forma no industrial. La experiencia adquirida para este material, se toma como referencia para trabajar con otros plásticos.

### PP – polipropileno

Este material tiene una recuperabilidad limitada debido a los siguientes motivos:

- La demanda de PP reciclado desestimula la inversión para la valorización.
- Los productos volcados al mercado son en su gran mayoría impresos, restringiendo el abanico de posibilidades de desarrollo.
- Es un material con características muy específicas que lo hacen menos Versátil (Ctplas, 2017, pág. 31).

Se debe tener en cuenta que lo anterior, está basado en la experiencia del reciclado industrial, se espera que en procesos más controlados y a menor escala, se puedan sortear algunas de esas dificultades.

### **PS - poliestireno (no expandido)**

Se escoge este material, debido a que está presente en envases de varios productos que consumimos habitualmente. En Uruguay no se recupera el PS, dado que no hay un circuito de reciclaje para este material.

Dentro de los materiales seleccionados, existirán variantes del tipo: Materiales lisos, impresos, etiquetados, etiquetados inmold<sup>1</sup>, variedad de colores, variedad de espesores.

Se excluyen:

### **PET - polietileno tereftalato**

Se considera que el PET tiene un circuito de reciclaje ya consolidado, es el más recuperado de los plásticos que llegan a las usinas de clasificación. Esto se debe principalmente por su valor en el mercado de los recuperados respecto a los otros plásticos, por su volumen de circulación y por la capacidad de reinserción en los procesos productivos.

### **PEBD - Polietileno de baja densidad**

Este material es utilizado mayormente en la producción de envases flexibles. Al tratarse de Polietileno, y al haberse seleccionado el PEAD, el material no es tomado en cuenta para la investigación.

### **PVC - Policloruro de vinilo**

La presencia del PVC en los plásticos recuperados, es muy baja ya que su uso es cada vez menos común en la industria de los envases y embalajes. Además, usualmente se encuentra combinado con otros materiales.

### **OTROS**

No son tenidos en cuenta materiales laminados, compuestos, coextruidos y/o de los cuales se desconoce su composición.

<sup>1</sup> El etiquetado inmold es un proceso que se realiza en los materiales inyectados, incorporando la etiqueta al molde para que se forme en el proceso de inyección. La etiqueta normalmente es del mismo material que el material de destino.

## PROCESOS:

Los procesos aplicados en la ejecución, tienen como punto de partida lo observado en experiencias similares de reciclado de plásticos a baja escala. Estos procesos pueden ser realizados en un taller, con algunas herramientas específicas. Actualmente en Uruguay, hay talleres y personas dedicadas a este tipo de actividades.

El proceso para realizar las pruebas, es el de formación de placas basadas en material triturado previamente. Las placas se forman en una prensa plana, aplicando calor y presión durante un tiempo determinado.

Se deja por fuera de la investigación el estudio de procesos complejos que, aun siendo posible su desarrollo a baja escala y su aplicación para plásticos reciclados, requieren una mayor inversión en herramental y confiabilidad sobre la materia prima con la que se cuenta. Sin embargo, se espera que las conclusiones obtenidas de los ensayos realizados, sean orientativas para estos procesos más complejos. Ejemplo de los procesos complejos son la inyección y la extrusión.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es sabido que el problema de la contaminación del ambiente en general, y en particular el impacto de los residuos plásticos, es - o debe ser - un tema preocupante para toda la población. Diversas organizaciones de todo tipo, dedican esfuerzos y recursos trabajando en lo relativo a este asunto, desde organismos internacionales hasta organizaciones vecinales, pasando por cada uno de nosotros, a quienes aún nos cuesta dimensionar el impacto que nuestras acciones tienen sobre el ambiente. Los individuos, como consumidores tenemos gran responsabilidad, debido a que una gran parte de esta contaminación generada por los plásticos proviene de los residuos domiciliarios.

De acuerdo al Informe diagnóstico reciclado 2016-2017 (2017), el 16% de los residuos sólidos, son plásticos. La mayor parte de estos plásticos, son los provenientes del postconsumo, como los envases de los productos que consumimos cotidianamente.

El siguiente cuadro, muestra la composición de los materiales vertidos al mercado por las empresas inscritas en el Plan de Gestión de Envases.

PET	PEAD	PEBD	PVC	PP	VIDRIO	ALUMINIO
15.203.085	3.632.820	4.216.500	861.665	3.746.020	17.820.582	1.896.234
ALEACIÓN	CELULÓSICO	MULTILAMINADO	PS	MULTICAPA LARGA VIDA	OTRO	TOTAL
3.852.153	12.490.658	3.467.491	958.943	2.565.442	211.430	70.923.023

Tabla 1: Materiales declarados por las empresas adheridas al PGE CIU al 13 de abril de 2021. Datos expresados en kilogramos vertidos anualmente a nivel nacional. Fuente: PGE-CIU

Se encuentran resaltados los correspondientes a materiales plásticos que, como se observa son diversos, y los kilogramos vertidos reflejan su proporción de presencia en el mercado, pero también en los residuos domiciliarios.

En nuestro país como parte de una tendencia global, pero también como fruto de acciones concretas educativas, de concientización, medidas gubernamentales y planes de gestión, se ha incentivado la práctica de clasificación en origen. Ésto tiene como objetivo que los residuos de materiales que son reciclables, puedan ser recuperados en lugar de acabar mezclados con los residuos orgánicos, no reciclables que se vierten en las usinas de disposición final.

Como producto de esa clasificación en origen, y otro tipo de clasificaciones que pueden darse posteriormente, se tiene el dato que se recupera sólo el 9% de los plásticos vertidos, y su discriminación y porcentaje de recuperación por tipo de plástico es la siguiente:

Material total recuperado por tipo (T/año)			
PEAD	PEBD	PP	PET
3515	7631	896	3618
% Recuperado			
22,5%	27,6%	8,8%	15,7%

Tabla 2: Volúmenes de materiales recuperados y porcentaje de recuperación. Fuente: Informe Diagnóstico reciclado 2016-2017

Solo se encuentran datos de recuperación de 4 tipos de plástico: PEAD, PEBD, PP y PET, mientras que de los otros plásticos (PS, PVC y multilaminados) no existen datos.

El motivo de las bajas tasas de recuperación, tienen un origen multifactorial, que abarca desde falencias en la identificación de los materiales plásticos, hasta la demanda de mercados para los materiales recuperados. Estos problemas en la recuperación del plástico, no son exclusivos de nuestro país, sino que es un fenómeno que se extiende a nivel mundial. Desde ya, existen excepciones en algunos países de la Unión Europea como por ejemplo Noruega, que se destaca por recuperar hasta un 40% del plástico. Sin embargo, a nivel global se estima que actualmente solo se recupera un 9%

A raíz de este problema macro, y como fruto de una concientización sobre los temas ambientales de las últimas generaciones, se comienzan a desprender iniciativas que exploran el proceso del reciclado, y lo replican en pequeña escala, logrando un involucramiento directo de los interesados con el proceso y los resultados. Uno de los proyectos más conocidos por su alcance a nivel global a través de internet, es *Precious Plastic*.

*Precious Plastic*, plantea un sistema que abarca todo el proceso: desde la recolección y clasificación de desechos plásticos, pasando por ofrecer los planos e instrucciones para la construcción de herramientas para un taller de reciclado a pequeña escala, hasta un bazar online donde se pueden vender productos fabricados con plástico reciclado. Toma los principios de los procesos industriales, y los replica a pequeña escala. El proyecto es de código abierto, y su alcance es global. El objetivo es formar una red de personas a nivel mundial, trabajando de forma independiente en las distintas etapas del reciclado, presentándose incluso, como un modelo de negocios.

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Uruguay, algunas personas y/o colectivos inspirados por *Precious Plastic*, están experimentando en el reciclado a baja escala. Durante el proceso de investigación para la realización de este trabajo, se realizaron visitas a talleres y emprendimientos dedicados a esta tarea, en las cuales se pudieron conocer sus motivaciones, dificultades y desafíos. También se observó la diversidad de pruebas realizadas, en la búsqueda de intentar utilizar distintos plásticos, lograr mejoras en los procesos, en las texturas o en las características.

Se detectan como problemas específicos:

- **Escaso respaldo documental del proceso:**

Con el objetivo de lograr resultados específicos, se pierde de vista el aspecto documental de la experimentación realizada.

- **Poco conocimiento previo:**

En general, al momento de comenzar los proyectos, se cuenta con poco conocimiento previo, sobre la diversidad de plásticos existentes, sus características y cuáles de estos son los más comunes en el postconsumo. Esto deriva en que se utilicen sólo algunos plásticos para trabajarlos, dejando por fuera otros que también tienen participación en el volumen general de residuos plásticos. Tampoco se observan posibilidades de formulaciones combinando distintos plásticos.

- **Escasa información técnica sobre los resultados obtenidos:**

Generalmente, se desconocen propiedades de los materiales resultantes del proceso. Esta falta de información, limita sus posibilidades de ser tenidos en cuenta para posibles aplicaciones.



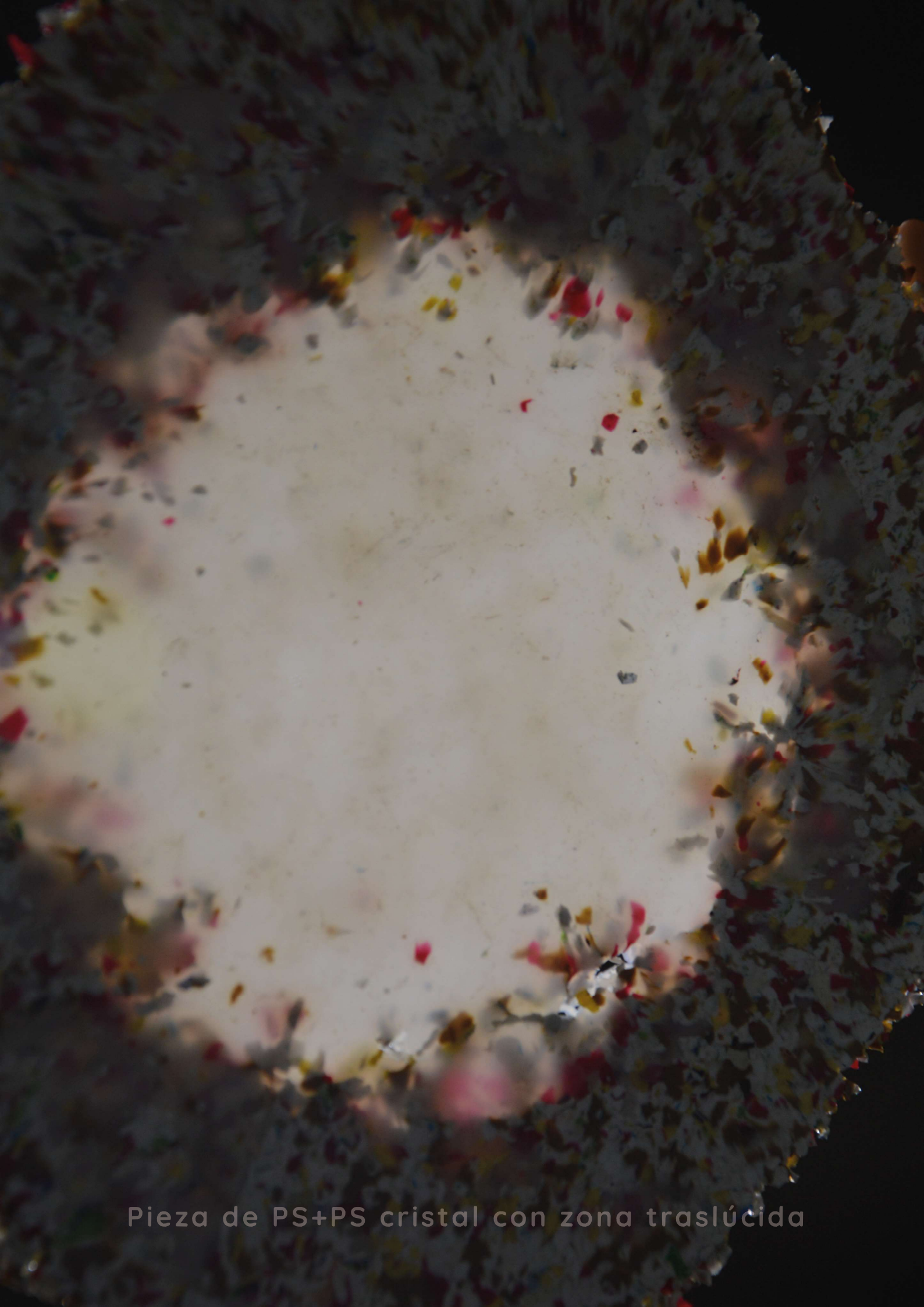
# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo, es estudiar las posibilidades del reciclado de plásticos en procesos a pequeña escala, para extender el ciclo de vida de los plásticos de un solo uso

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Profundizar en las posibilidades en el proceso de reciclado, a través de la introducción de variables. Las variables comprenden tanto la materia prima como cambios en el proceso con el fin de lograr variedad de resultados
- Generar un respaldo documental del proceso y los resultados, y crear formulaciones que sean aplicables para lograr distintas propiedades, físicas, mecánicas o estéticas
- Generar un antecedente a través de la elaboración de fichas técnicas, para que pueda ser tomado como punto de partida por quienes se encuentren interesados.



Pieza de PS+PS cristal con zona traslúcida



# CAPÍTULO

# 2

---

- Marco teórico - Plásticos
- Antecedentes

## MARCO TEÓRICO - PLÁSTICOS

### DEFINICIÓN

“Dicho de un material: Que, mediante una compresión, puede cambiar de forma y conservar esta de modo permanente, a diferencia de los cuerpos elásticos.  
Dicho de ciertos materiales sintéticos: Que pueden moldearse fácilmente y están compuestos principalmente por polímeros, como la celulosa”

(Real Academia Española, s.f., definición 3, 4)

### NUESTRA RELACIÓN CON LOS PLÁSTICOS

Los plásticos están por todas partes, desde su descubrimiento a finales del siglo XIX y su popularización en la industria durante el siglo XX, su producción y utilización se ha ido incrementando incesantemente. Cientos de objetos del uso cotidiano son fabricados o contienen plástico en alguno de sus componentes.

El plástico es un material extremadamente versátil. Puede ser flexible para cubrir un invernadero y proteger los cultivos, puede ser rígido para conformar la carcasa de una computadora, coloreado para fabricar piezas de un juguete o transparente para mostrar un producto alimenticio contenido en un envase.

Es resistente, durable, liviano, por lo que tiene una gran adaptabilidad para diversidad de aplicaciones.

Su bajo costo, en relación a otros materiales, también hace que su utilización se haya visto extendida en el correr de los años.

Los plásticos son esenciales: la existencia, la evolución y el desarrollo tecnológico de los mismos, permite que podamos conservar alimentos, conteniéndolos y aumentando su vida útil evitando así su desperdicio. Juegan un importante rol en la medicina, en la farmacéutica, o en la construcción.



Foto tomada en la exposición *Out of sea*, Uruguay 2019.

## PRINCIPALES FAMILIAS Y TIPOS DE PLÁSTICOS

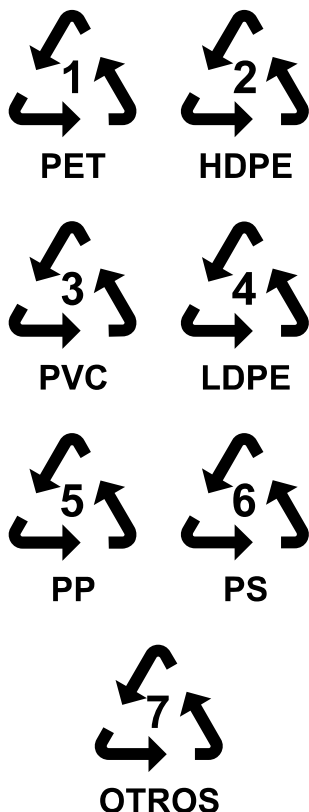
Solemos utilizar el término plástico como una acepción general: una botella de plástico, o un balde de plástico. Sin embargo existe una gran diversidad de materiales plásticos. Cada uno de éstos, tienen distintas propiedades químicas, físicas que los diferencian y los hacen funcionales a distintos propósitos. Se dividen en dos grandes familias :

### Termoestables

Los plásticos termoestables, son aquellos que una vez que adquieren su forma final, no se vuelven moldeables al calentarlos nuevamente. Por lo tanto, no son reciclables. Algunos de los plásticos termoestables más conocidos son, la baquelita, la melamina y la resina epoxi. Por su naturaleza de no reciclables, no se encuentran dentro del alcance de este trabajo.

### Termoplásticos

Los termoplásticos son aquellos que cambian sus propiedades físicas por acción de la temperatura. Se deforman, se vuelven flexibles y moldeables al calentarse a altas temperaturas y se rigidizan o se vuelven estables al enfriarse. La principal característica es que este proceso es reversible, una vez rígido puede volver a calentarse y moldearse nuevamente. Esta característica de los termoplásticos es la más importante, porque es la que los hace reciclables.



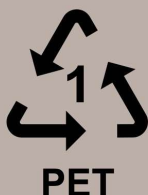
### Identificación de los termoplásticos

Desde 1988 en adelante, los termoplásticos son identificados con un número, rodeado de 3 flechas que forman un triángulo. Esta codificación fue desarrollada por la SPI, *Society of the Plastics Industry* en Estados Unidos, con el fin de ayudar a las personas a identificar los plásticos para su correcta clasificación y posterior reciclaje.

A partir de 2008, la ASTM, *American Society for Testing and Materials* estandarizó esta codificación en una norma internacional: ASTM D7611 / D7611M – 20 *Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification*

A continuación, se listan los plásticos según su codificación, y sus aplicaciones más habituales (haciendo foco en los plásticos de un solo uso)

### **PET - Tereftalato de polietileno**



Donde lo encontramos: botellas de bebidas u otros líquidos como el detergente, bandejas, contenedores o hueveras termoformadas. También en materiales flexibles.

Los procesos más comunes en la producción de productos de PET es el soplado de preformas previamente formadas por proceso de inyección. También se realiza extrusión de láminas a las que se les puede aplicar termoformado.

De la extrusión también se obtiene film de diversos espesores, que se acondiciona en forma de bobinas. El PET se puede combinar con otros materiales a través de la laminación con adhesivos, o mediante coextrusión

### **PEAD - Polietileno de alta densidad**



Donde lo encontramos: botellas, tapas de botellas, bidones rígidos, envases de cosméticos, envases de productos de limpieza.

El polietileno de alta densidad se puede inyectar, se puede formar por soplado y también se puede extruir.

### **PVC - policloruro de vinilo**



El pvc es un material muy común y conocido en el ámbito de la construcción. Se encuentra en caños, revestimientos, y aberturas Sin embargo, también es utilizado (en menor medida) en la industria alimenticia y farmacéutica. En forma de flexible, se puede encontrar en etiquetas, como componente en bolsas y envoltorios para productos cárnicos, quesos, chacinados, en blísteres de productos farmacéuticos.

En la industria alimenticia está cayendo en desuso, siendo sustituidos con otros materiales como la poliamida o el EVOH

Procesos: extrusión

### PEBD - Polietileno de baja densidad



Su uso más común y con el que más convivimos, es en las bolsas de diversos tipos y en los sachet de leche.

También es usado para objetos rígidos, como botellas o bidones. En la variante PEBDL (L de lineal) lo encontramos diversos films, por ejemplo, los film stretch usados domésticamente, o industrialmente para el acondicionamiento de mercadería.

Los procesos mas comunes para los productos de PEBD, son la extrusión y el soplado.

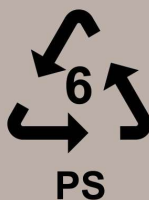
### PP - Polipropileno



Lo encontramos en envases rígidos, tiene buena resistencia a las bajas temperaturas por lo que se puede congelar, se utiliza en envases de helados, es apto para productos de envasado en caliente. También en forma de film, los envoltorios de muchos productos son de polipropileno biorientado (BOPP)

El proceso mas común para el polipropileno es la inyección. También la extrusión para la producción de flexibles.

### PS - Poliestireno



La forma en la que estamos más acostumbrados a ver el poliestireno, es expandido, lo que conocemos como "espuma plast". También se lo denomina EPS, del inglés *Expanded polystyrene*. Pero también es bastante común en forma rígida o flexible. Es un material muy utilizado en materiales termoformados. También tiene buenas prestaciones para envasados en caliente.

Proceso: extrusión (láminas para termoformado)



## OTROS



Se utiliza el número 7 para identificar otros plásticos como por ejemplo: ABS, PA (poliamida), PTFE (teflón) por mencionar algunos.

También se utiliza el símbolo 7 OTROS para el caso de materiales que son coextruidos o laminados de 2 o más plásticos distintos. En el caso de los envases, las combinaciones de distintos plásticos se realizan para hacer el material funcional, atendiendo las necesidades del producto que están protegiendo. Pueden combinarse materiales que brinden protección al oxígeno, a la humedad o a la luz, y además resistencia mecánica en un mismo compuesto.

## Falencias en la identificación de los plásticos

Si bien el criterio de identificación de los plásticos, como se mencionó anteriormente, data de 1988, hoy en día aún es una falencia de la industria. Es común encontrar muchos productos que no tienen el símbolo correspondiente al plástico del cual están fabricados.

En Uruguay, no existe ninguna normativa que obligue a etiquetar la identificación de los plásticos, lo que hace que esto sea voluntario por parte de los fabricantes. Sin dudas, para un proceso de clasificación de calidad, la identificación del plástico es fundamental.

## IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PLÁSTICOS

A pesar de sus cualidades, el plástico es constantemente cuestionado por ser considerado un material contaminante.

Esto sucede fundamentalmente porque el plástico es un material sintético que tarda muchos años en degradarse en el ambiente.

Se lo señala como el gran responsable de la contaminación de los océanos. Los residuos que no son recolectados, o aquellos que las personas no depositan en la basura, permanecen en las calles y son arrastrados por las lluvias hasta las bocas de tormenta que desembocan en cañadas y arroyos que luego desembocan en el mar. Actualmente existen las llamadas "islas de plástico". Se estima que hay formadas unas 5 islas en los océanos.

Una vez que llegan a los mares y océanos, constituyen una amenaza para la fauna marina, provocando que los animales queden atrapados entre los desechos, o la muerte por ingesta de los propios residuos.



Representación de una isla de plástico. Exposición *Out to sea*, Uruguay 2019



Envases plásticos hallados en las costas. Exposición *Out to sea*, Uruguay 2019



-Se pierden 12 billones de euros al año en material plástico en el medio marino en Europa

-Para el 2050, se estima que el 99% de las aves marinas hayan ingerido plástico

-La basura marina perjudica más de 600 especies marinas, de las cuales el 15% está en peligro de extinción

-De mantener el consumo escenario actual, se prevé para 2050 que la relación de peces con plástico sea de 1:1 en peso

-Entre el 80-85% de la basura marina son plásticos, de los cuales el 50% son plásticos de un solo uso y un 27% están relacionados con la pesca

(Informe Café con polímeros, CTplas, 2020, pág. 7)

## Consumo masivo y plásticos de un solo uso

Los plásticos de un solo uso son mayormente generados por los productos de consumo masivo.

Son aquellos que son destinados a usarse una sola vez para luego ser descartados. En general hablamos de envases, bandejas, vasos y cubiertos descartables, bolsas plásticas, sorbitos.

A nivel mundial, se está trabajando para reducir o eliminar los plásticos de un solo uso, a nivel de las industrias, a nivel reglamentario y de organizaciones no gubernamentales, ya que éstos representan un desafío en cuanto al manejo del volumen de residuos plásticos y su escasa valorización.

Ante este desafío los grandes grupos industriales, los principales productores de bienes de consumo masivo han anunciado su compromiso de reducción de utilización de plásticos en sus productos entre sus objetivos de sustentabilidad.

Éstas políticas están alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015.

### NESTLÉ:

Mark Schneider, CEO de Nestlé, ha manifestado que “los residuos plásticos son uno de los mayores problemas de sostenibilidad a los que se enfrenta el mundo en la actualidad. Abordarlos requiere un enfoque colectivo. Estamos comprometidos a encontrar mejores soluciones para reducir, reutilizar y reciclar. Nuestra ambición es lograr que todos nuestros envases sean 100% reciclables o reutilizables para 2025”.

FUENTE: WEB nestlé <https://empresa.nestle.es/es/sala-de-prensa/actualidad-nestle/todos-envases-nestle-seran-100-x-100-reciclables-o-reutilizables-2025>

---

#### UNILEVER:

Unilever, anunció nuevos compromisos para reducir sus residuos plásticos y ayudar a crear una economía circular para este material.

Unilever ha confirmado que para 2025:

Reducirá a la mitad el uso de plástico virgen, al eliminar más de 100.000 toneladas de envases plásticos e incorporar más plástico reciclado en sus productos.

Ayudará a recolectar y procesar más envases de plástico de los que vende.

FUENTE: WEB unilever: <https://www.unilever.com.ar/news/comunicados-de-prensa/2019/unilever-anuncia-nuevos-compromisos-para-lograr-un-mundo-sin-residuos.html>

---

#### P&G:

Objetivo: El 100 % de nuestro embalaje será reciclable o reutilizable

Hemos planificado que esto suceda en el caso de la mayoría de nuestros envases mediante una combinación de elección de materiales, diseño de envases y trabajo con socios para crear soluciones innovadoras para productos más sostenibles.

Pero el desafío único radica en la fracción restante de nuestro embalaje, ya que utilizan materiales y formatos en cantidades mucho más pequeñas. Para 2030, encontraremos soluciones a través de la innovación técnica y comercial.

FUENTE: <https://es.pg.com/sostenibilidad-ambiental/>

---

Los ODS, también han impactado en la legislación sobre los plásticos. En particular en los últimos años en Uruguay se ha legislado en varios aspectos referentes al uso de los plásticos.

Probablemente la reglamentación que tuvo mayor impacto en la población, fue la ley de Uso sustentable de bolsas plásticas. Fundamentalmente porque el alcance de la misma afecta directamente a los consumidores. Esta nueva reglamentación generó cambios de hábitos y concientización en la población respecto a la utilización del plástico.

#### Uruguay - Nueva reglamentación y/o actualización de la existente (algunos ejemplos):

Ley N° 19.655: Uso sustentable de bolsas plásticas

Ley N° 17.849: Ley de envases

Ley N° 19829: Aprobación de normas para la gestión integral de residuos

## RECICLADO DEL PLÁSTICO

Para disminuir el impacto ambiental generado por los plásticos, existen varias posibilidades. Una de ellas es el reciclado.

Existen tres tipos de reciclado:

### Mecánico

Es el proceso que está mas extendido, en relación a los otros 2.

Puede variar según el tipo de material o el producto final a conseguir, pero se puede resumir en estos pasos:

**Triturado:** el material previamente clasificado, se introduce en una trituradora

El resultante de ese triturado es material en forma de escamas.

Esas escamas pueden utilizarse tal como están, o pueden pasar a un paso posterior que es el peletizado.



Escamas resultantes del triturado

### Químico

Los plásticos recuperados, pasan por un tratamiento químico con el fin de descomponer los polímeros por los cuales está formado. Estos polímeros luego pueden ser utilizados para fabricar material virgen.

**Ventajas:** el producto final puede alcanzar características de material virgen.

**Desventajas:** Alto costo, alto consumo energético.

**Desarrollado en Uruguay:** NO

### Térmico

El material recuperado es incinerado para la obtención de energía

**Ventajas:** pueden vertirse variedad de polímeros, no es necesaria una clasificación.

**Desventajas:** para evitar la alta emisión de gases de efecto invernadero, se requiere desarrollo de plantas de alto costo.

**Desarrollado en Uruguay:** Parcialmente

Para el peletizado, las escamas se introducen en una extrusora que calienta el material y lo empuja comprimiéndolo a la vez que se calienta mediante un sinfín. Al final del sinfín se encuentra una boquilla por la que sale un hilo de material continuo. Éste hilo es cortado en pequeñas secciones, formando los pellets



Pellets de plástico reciclado

(Cont. Reciclado mecánico)

**Ventajas:** En general la inversión en maquinaria necesaria para el reciclado mecánico no es alta.

Comparte partes del proceso con la transformación de material virgen. Dentro de la propia industria del plástico permite el procesamiento de *scrap* resultante de las producciones, y al tratarse de un circuito cerrado, éste puede utilizarse nuevamente como material virgen.

**Desventajas:** El material resultante del reciclado no puede ser utilizado en la fabricación de envases primarios (para contacto con alimento).

La diversidad de polímeros existentes, dificulta su procesamiento de forma confiable para volcar nuevamente a líneas de producción.

Si los materiales no están clasificados por color, la mezcla de colores genera un plástico de color grisáceo o negro, lo que limita su utilización en diversidad de objetos.

**Desarrollado en Uruguay:** SI

### Dificultades del reciclado

Existen múltiples factores que dificultan la recuperabilidad y el reciclado del plástico. Esto impide que gran parte de los plásticos que son volcados al consumo, logren ser recuperados para su posterior procesamiento. A continuación, algunos ejemplos:

- Falta de hábito de clasificar por parte de los consumidores
- Sistemas de gestión de recolección y clasificación de residuos ineficientes
- Diversidad de polímeros
- Envases que tienen dentro de sus componentes 2 o más plásticos (etiquetas, tapas, asas) requieren una separación posterior.
- Falta de identificación de los distintos plásticos
- Dificultades en el procesamiento de postconsumo (materiales sucios, contaminación de los acopios por carga orgánica, mezcla de materiales desconocidos o no reciclables)
- Poco mercado para los productos reciclados

# ANTECEDENTES

## PRECIOUS PLASTIC

### Resumen

Precious plastic es una plataforma creada por el Diseñador Industrial holandés Dave Hakkens, con el objetivo de colaborar a reducir los desechos plásticos a través del reciclado.

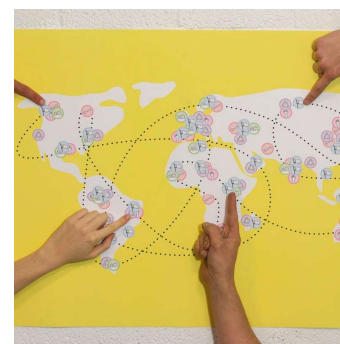
Una de las particularidades del proyecto es que como clave, promueve el involucramiento directo de las personas en el proceso de reciclado, en escalas no industriales.

Basado en un sistema de código abierto, ofrece una serie de soluciones para distintas las etapas del reciclado. Con la información compartida los usuarios son alentados a crear su propio negocio o taller de reciclado, también denominados *workspaces*. Estos *workspaces* pueden abarcar uno, o más etapas del proceso dependiendo de sus posibilidades.

Las etapas van desde la recolección de plásticos limpios, hasta un bazar donde se venden productos realizados en plástico reciclado. Para cada etapa, los usuarios encontrarán toda la información disponible, desde planos para construir máquinas, hasta herramientas de negocios en los denominados *starterkits*. Los *starterkits* son paquetes descargables que contienen toda la información detallada necesaria para comenzar un proyecto de reciclado.

Estos proyectos de reciclado están conectados globalmente en una comunidad que ronda los 80.000 usuarios. La comunidad sirve para conectar los distintos negocios, y compartir el conocimiento y las experiencias de los usuarios.

Hoy en día, el proyecto se encuentra en su versión 4. Las versiones acompañan el crecimiento del proyecto, las técnicas aplicadas, la maquinaria a desarrollar, los productos finales logrados así como el crecimiento de la comunidad.



Workspaces registrados en Uruguay

## Construcción de máquinas para reciclado

Las máquinas disponibles en la plataforma son 4:

Trituradora - Extrusora - Inyectora - Prensa para placas

Existen 2 niveles de maquinaria de los cuales está disponible toda la información necesaria para su construcción y puesta en marcha.

**Nivel Basic:** Previsto para iniciar en el proceso de reciclaje, y para llevar a cabo programas educativos sobre la temática. Estas máquinas se muestran como sencillas de construir, y accesibles del punto de vista económico.



### Trituradora (shredder)

Es una trituradora eléctrica de eje simple.

El eje contiene un conjunto de cuchillas que giran a baja velocidad, producto de una caja reductora que está conectada a un motor eléctrico.

La trituradora corta el plástico en pequeñas escamas



### Extrusora

La maquina está compuesta por una tolva que recibe las escamas, y son empujadas por un sinfín. El sinfín está conectado a un motor eléctrico con caja reductora. Las escamas son introducidas a un tubo que contiene resistencias para ablandar el material. El material sale en forma de hilo al final del tubo.



## Inyectora

Posee una pequeña tolva donde se coloca el material triturado.

Mediante una palanca accionada a mano se ejerce presión para hacerlo pasar por un tubo calefaccionado por resistencias para ablandar el material. En el extremo del tubo se coloca el molde previamente construido el cual se rellena a presión por el plástico caliente.



## Prensa

Consiste en un horno eléctrico para calentar el material, y un gato mecánico que acciona una prensa en su interior.

El material ablandado se comprime en moldes previamente contruidos.



Cada máquina cuenta con detallada información técnica para su construcción: planos, videos explicativos paso a paso, lista de materiales, estimaciones de precio, esquemas eléctricos, resolución de problemas. Cada usuario puede personalizar o modificar la máquina de acuerdo a sus gustos, requerimientos o posibilidades.

**Nivel Pro:** Es maquinaria mejorada pensada para un nivel semi-industrial, permitiendo procesar mayor volumen de material. Requiere una mayor inversión, y mayor capacidad técnica para su desarrollo.

Además de ser maquinaria más robusta y confiable en su construcción, se observan los siguientes cambios en los principios de funcionamiento:

- La trituradora pasa a tener 2 ejes de cuchillas, ofreciendo una mejor capacidad de triturado.
- Se elimina la inyectora, quedando cubierta la función por la extrusora al introducir el molde en el final del tubo extrusor.
- La prensa mejora el sistema de prensado pasando de mecánico a hidráulico. El sistema de calefacción pasa a toda la superficie de contacto directo con el plástico. Cuenta con una campana para extracción de humos.



Trituradora PRO



Material triturado



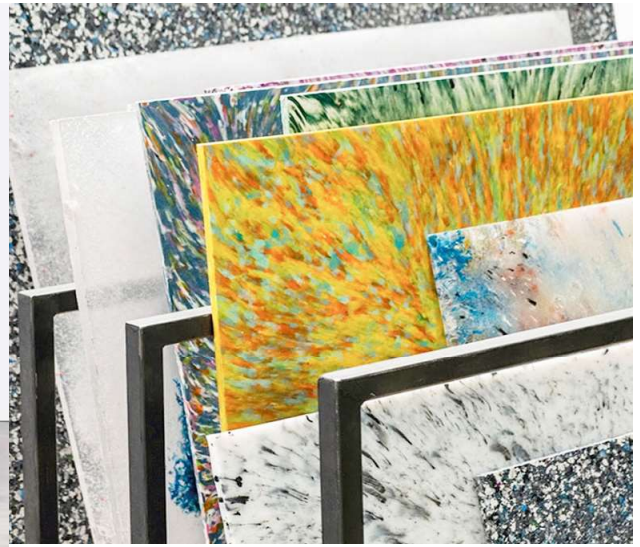
Extrusora PRO



Material extrudado



Prensa PRO



Material prensado

## Producto terminado

Con la aplicación de los distintos procesos y en combinación con otras tecnologías, se logra un amplio repertorio de productos fabricados con plástico reciclado.



## Información sobre plásticos

En la plataforma se encuentra disponible información sobre los plásticos, sus principales características y lo necesario para procesarlo.

Ésta información está bien presentada, de manera esquemática y de fácil comprensión. Poseen imágenes ilustrativas, datos útiles para su procesamiento, y comentarios basados en la experiencia. Esto facilita el acceso a los usuarios, que no necesitan tener conocimientos previos sobre el tema para comenzar a trabajar con plásticos.

### FLOATING PROPERTIES

Floats on	ALCOHOL	VEGETABLE OIL	WATER	GLYCERIN
 PET	No	No	No	No
 HDPE	No	No	Yes	Yes
 PVC	No	No	No	No
 LDPE	Yes	No	Yes	Yes
 PP	Yes	Yes	Yes	Yes
 PS	No	No	No	Yes



#### Tabla de propiedades de flotación.

La tabla es una guía para identificar los distintos plásticos.

Se plantean 4 medios los que se sumerge un trozo de material:

- Alcohol
- Aceite vegetal
- Agua
- Glicerina

De acuerdo a si el material flota, o se hunde, se puede determinar el tipo de plástico.

# VISUALS PROPERTIES

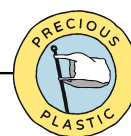
## Tabla de propiedades visuales

La tabla es una guía para identificar los distintos plásticos.

Resume sus propiedades, y los usos más comunes.

Aporta información del comportamiento de los distintos materiales ante exposición a una llama.

Type & Name	Properties	Common use	Burning
 <b>PET</b> POLYETHYLENE TEREPHTHALATE	Clear, Tough, Solvent Resistant, Barrier To Gas And Moisture, Softens At 80°	Soft Drink, Water Bottles, Salad Domes, Bisquit Trays, Food Containers.	Yellow Flame Little Smoke
 <b>HDPE</b> HIGH-DENSITY POLYETHYLENE	Hard To Semi-Flexible, Resistant To Chemicals And Moisture, Waxy Surface, Softens At 75°	Shopping Bags, Freezer Bags, Milk Bottles, Juice Bottles, Icecream Containers, Shampoo, Crates.	Difficult To ignite smells like candle
 <b>PVC</b> POLYVINYL CHLORIDE	Strong, Tough, Can Be Clear And Solvent, Softens At 60°	Cosmetic Containers, Electrical Conduit, Plumbing Pipes, Blister Packs, Roof Sheeting, Garden Hose.	Yellow Flame Green Spurts
 <b>LDPE</b> LOW-DENSITY POLYETHYLENE	Soft, Flexible, Waxy Surface, Scratches Easily, Softens At 70°	Cling Wrap, Garbage Bags, Squeeze Bottles, Refuse Bags, Mulch Film.	Difficult To Ignite Smells Like Candle
 <b>PP</b> POLYPROPYLENE	Hard But Still Flexible, Waxy Surface, Translucent, Withstands Solvents, Softens At 140°	Bottles, Icecream Tubes, Straws, Flower- Pots, Dishes, Garden Furniture, Food Containers.	Blue Yellow Tipped Flame
 <b>PS</b> POLYSTYRENE	Clear, Glassy, Opaque, Semi Tough, Softens At 95°	CD Cases, Plastic Cutlery, Imitation Glass, Foamed Meat Trays, Brittle Toys.	Dense Smoke
 <b>OTHER</b> ALL OTHER PLASTICS	Properties Depend On The Type Of Plastic	Automotive, Electronics, Packaging	All Other Plastics



## Tabla de propiedades físicas

Esta tabla contiene información de carácter más técnico, específico de cada polímero basado en material virgen. Encontraremos información sobre las propiedades térmicas (thermal properties), aplicación de fuerzas (strength) y densidad (density)

### Referencias:

TM(°C): temperatura de fusión cristalina  
 TG (°C): temperatura de transición vítrea  
 TD (°C): temperatura de distorsión por calor bajo una carga de 66 psi

CTE (PPM/°C): coeficiente de expansión térmica lineal.  
 TENSILE (PSI): fuerza de tensión  
 COMPRESSIVE (PSI): fuerza de compresión  
 DENSIDAD (G/CC)



# PHYSICAL PROPERTIES

PLASTIC	THERMAL PROPERTIES					STRENGTH		DENSITY
	ABBREVIATION - BRAND NAME	Tm (°C)	Tg (°C)	Td (°C)	CTE (PPM/°C)	TENSILE (PSI)	COMPRESSIVE (PSI)	G/CC
PET - Polyethyleneterephthalate	245 - 265	73 - 80	21 - 38	65	7000 - 10500	11000 - 15000	1.29 - 1.40	
LDPE - Low density polyethylene	98 - 115	-25	40 - 44	100 - 220	1200 - 4550	-	0.917 - 0.932	
HDPE - High density polyethylene	130 - 137	-	79 - 91	59 - 110	3200 - 4500	2700 - 3600	0.952 - 0.965	
PP - polypropylene	168 - 175	-20	107 - 121	81 - 100	4500 - 6000	5500 - 8000	0.900 - 0.910	
PVC - polyvinylchloride	-	75 - 105	57 - 82	50 - 100	5900 - 7500	8000 - 13000	1.30 - 1.58	
PS - polystyrene	-	74 - 105	68 - 96	50 - 83	5200 - 7500	12000 - 13000	1.04 - 1.05	

Tm - crystalline melting temperature (some plastics have no crystallinity and are said to be amorphous).

Tg - glass transition temperature (the plastic becomes brittle below this temperature).

Td - heat distortion temperature under a 66 psi load.

Cte - coefficient of linear thermal expansion.

Tensile Strength - load necessary to pull a sample of the plastic apart.

Compressive Strength - load necessary to crush a sample of the plastic.

Density - aka specific gravitymass of plastic per unit volume.

## LA FABRICA MAKERSPACE

### Resumen

La Fábrica es un taller comunitario, al que los usuarios pueden acceder a través el pago de una membresía. Se define como "*makerspace*", un espacio para hacedores, y la idea es que los usuarios compartan no solo los recursos, sino conocimientos.

El taller cuenta con diversas herramientas convencionales como ser: taladro de pie, sierra ingletadora, sierras caladoras, router CNC, y herramientas manuales varias.

Sin embargo, el fuerte de La Fábrica es el taller de reciclado de plástico. Basados en el proyecto *Precious Plastic*, construyeron y adaptaron una serie de herramientas para poder trabajar con plástico reciclado.

Utilizan como materia prima, tapas de botellas de PEAD. El material llega al taller a través de jornadas o eventos en los que el taller participa, y reciben allí lo que los usuarios depositan voluntariamente.

Su proceso está orientado a la conformación de placas de PEAD reciclado, y abarca desde el lavado, hasta el corte CNC de las placas. Para esto cuentan con 2 trituradoras, 3 prensas sublimadoras, 1 horno, 1 prensa hidráulica, y router CNC y variedad de herramientas manuales que, se utilizan en combinación con las herramientas convencionales antes mencionadas.

Las placas son utilizadas en diversos usos, desde tapas de blocks, hasta piezas de un juego.

Los integrantes del colectivo realizan talleres con fines educativos para niños, y participan de actividades vinculadas con el impulso del reciclaje.



## Proceso

**Lavado:** Por tratarse de tapitas de botellas, cuenta con la ventaja que en general es un material que llega relativamente limpio. No es común encontrar grandes cantidades de restos orgánicos u otras suciedades. De todas formas, para no comprometer otras etapas del proceso, realizan un lavado del material.

Colocan las tapitas en una bolsa tipo red plástica, y ésta la colocan en un lavarropas. Como agente de limpieza utilizan hipoclorito. Realizan el lavado y reutilizan el agua hasta 4 veces (dependiendo la suciedad de las tapas) A futuro planean generar una estación de filtrado de aguas.

**Clasificación:** para generar material triturado de distintos colores, pueden separar las tapas color.

Además deben ser cuidadosos con ciertos tipo de tapas de las cuales desconocen su material por no estar correctamente identificadas. Otra precaución que deben tener es separar las tapas botellas retornables, ya que la lámina sellante que tienen, les genera dificultades en el proceso.

**Triturado:** Cuentan con 2 trituradoras. Una construida por los integrantes del taller basados en la versión 2.0 de Precious Plastic, y otra que adquirieron y adaptaron para el uso de plástico.



Trituradora tipo "shredder" basada en Precious Plastic v2.0



Trituradora tipo "molino" adquirida y adaptada por el taller.



El resultado del triturado al pasarlo por las 2 trituradoras es material en forma de escamas



**Acopio:** acopian en bidones el material triturado, identificado según sus características. Puede ser por color, puede ser mezcla de colores, o también material reciclado del propio proceso.



**Prensado:** Para la formación de placas, utilizan prensas sublimadoras. Éstas permiten darle temperatura al plástico mientras se le aplica presión. Las prensas tienen una superficie de 40x60 cm. Para evitar que el material se pegue al material de la prensa, las placas están cubiertas de tela de teflón.





Para formar la placa:

- Se esparce el material sobre la superficie de la sublimadora

- . - Se calienta el material (PEAD) a 140°C durante 20 minutos aplicando presión. Luego retiran la pieza y la dan vuelta. Se calienta por 20 minutos más.

- Al cumplirse el tiempo total (40 minutos) la pieza se deja enfriar en la misma prensa, sin abrirla para evitar que ésta se arrugue. Luego de 40 minutos aproximadamente, pueden abrir la prensa para retirar la pieza.

## Placa terminada



Con este proceso lograr placas de espesores entre 2mm y 4mm. Las placas se pueden mecanizar de varias formas; se pueden cortar, perforar, calar por router CNC. También se pueden doblar dándoles forma con pistola de calor.

## Otros procesos

Además del proceso de formación de placas, han experimentado con otras formas de procesar el plástico:

**Prensa hidráulica:** se calienta el material en un horno a temperatura controlada (135-140°). Se saca usando guantes de protección térmica, se amasa el material para mezclarlo, y luego se vuelve a calentar.

Una vez el material está blando y mezclado se coloca en moldes contruidos previamente, y se introduce en la prensa hidráulica.

Con este método se pueden crear piezas macizas, o también se pueden usar moldes y contramoldes para realizar formas con las propias placas producidas en las prensas. sublimadoras



**Termoformado:** han realizado pruebas de termoformado por vacío, partiendo de laminas delgadas. Se presentan como dificultades para este proceso, el control del espesor de las láminas, y que la superficie disponible para hacer el vacío es pequeña.



**Reproceso:** : los recortes y las virutas de los distintos procesos, también son clasificados y acopiados. Todo este material es puede ser procesado nuevamente, por lo que el circuito es cerrado y sin desperdicios.

## EMPRENDIMIENTOS

Existen otros proyectos que comparten gran parte del proceso con La Fábrica. Reciclan plástico a través de prensas sublimadoras.

### EME Plásticas

El proyecto está orientado a la fabricación de indumentaria (productos portantes) realizadas con plásticos recuperados. El proceso tiene puntos en común con lo relevado en La Fábrica, ya que los plásticos son trabajados en una prensa sublimadora para generar telas plásticas. Por trabajar con materiales flexibles, la mayoría de la materia prima que utiliza está compuesta por **PEBD**.

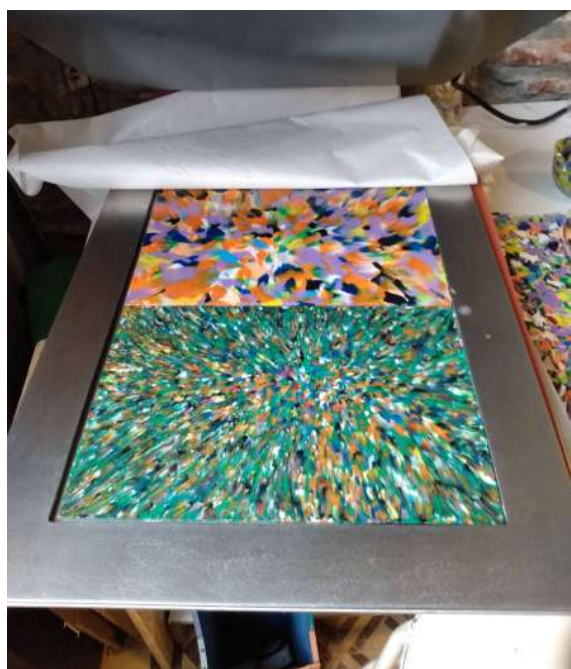


Si bien actualmente el fuerte del emprendimiento es el trabajo con flexibles, en EME plásticas han recorrido el camino de la formación de placas rígidas de PEAD, también con el uso de la prensa sublimadora.



A la derecha, material en forma de pellets (Campo Limpio). A la izquierda material en forma de escamas (La Fábrica)

El taller no cuenta con el proceso de triturado, parte del material que han utilizado fue adquirido a una cooperativa en el departamento de Flores, y procesado en una trituradora propiedad de la IMF. La otra parte en la proviene del proyecto Campo Limpio, también ubicado en Flores. Éste último en forma de pellets.



El proceso de producción de placas, difiere poco con el proceso relevado en La Fábrica. Se destaca sobre este último, la utilización de un molde de acero inoxidable para dar acabado a las placas. Esto impide que el material sobre los bordes se termine desgranando. El uso del molde también permite controlar el espesor de las placas

Otro método con el que han experimentado, es prensado en molde. Para ello, calientan el PEAD en un horno a 180° durante 1 hora. Generan un bollo que se coloca en un molde esmaltado, o de hierro y se le aplica presión con un contra molde en una prensa manual. Para evitar que el material se adhiera a las paredes del molde, utilizaron vaselina. Para terminar, colocan el molde con la pieza dentro, en un recipiente de agua fría.



Con este proceso, surgen algunas dificultades para controlar el espesor, y para hacer que el material complete el molde, ya que la presión generada por la prensa manual, no es suficiente para comprimir el material. Para el caso de los contenedores que se muestran en las imágenes, resultantes de las pruebas, los bordes quedan desparejos, por lo que sería necesario una etapa posterior de refileado.



## Shangrilá - Joyería sustentable

Shangrilá es un emprendimiento que transforma el plástico reciclado, en accesorios de joyería. Sus productos combinan la el oficio de la orfebrería con el reciclado.

Al igual que La Fábrica, la mayoría del plástico utilizado para las piezas, es PEAD proveniente de tapas de botellas. Las mismas son entregadas voluntariamente a demanda del emprendimiento a través de las redes sociales.

El emprendimiento no cuenta con una trituradora, por lo que utiliza el espacio de La Fábrica para triturar material. Sin embargo no siempre utiliza el material picado, también utiliza las tapitas enteras.

Para crear sus piezas, también utiliza el método de prensa sublimadora. Posteriormente, las piezas plásticas son cortadas a mano con la forma deseada, y pasan por un proceso de pulido.

Una vez terminado el trabajo del plástico, se realizan los apliques de orfebrería en alpaca.





Prensado de material no triturado. Al fundir el material en partes más grandes, se obtiene una placa de mayor espesor (4 a 6mm). Requiere mayor tiempo de calentamiento.



Las placas son marcadas y cortadas manualmente para darle la forma deseada al accesorio. Luego con un torno de mano, se eliminan las rebabas y se suavizan las aristas. El plástico luego puede ser pulido para darle un acabado mas brillante y parejo.



# CAPÍTULO

# 3

---

- Etapa 1 - Pruebas preliminares
- Conclusiones Etapa 1
- Etapa 2 - Pruebas de laboratorio
- Conclusiones Etapa 2
- Etapa 3 - Pruebas en taller
- Fichas de ensayo
- Conclusiones etapa 3



## ETAPA 1 - PRUEBAS PRELIMINARES

### DESCRIPCIÓN

En esta etapa, se realizan las primeras aproximaciones al proceso. Se utilizan herramientas del ámbito doméstico. El objetivo es comprobar algunos aspectos primarios.

### OBJETIVOS

- Conocer el comportamiento de los distintos materiales
  - Validar herramientas que puedan ser utilizadas para la etapa 2
  - Ajustar los parámetros de regulación de temperatura
  - Comprobar la viabilidad de los ensayos
  - Desarrollar un molde para realizar tiradas múltiples en etapa 2
  - Establecer procedimiento y las medidas de precaución para la etapa 2
-

## PRUEBA 1 - Triturado mecánico

### Descripción

Se busca una forma de picar el material prescindiendo de una trituradora, utilizando artefactos y herramientas que pueden encontrarse en el ámbito doméstico.

### Materiales

Polipropileno (PP)



### Herramientas

Licadora de cocina



### Desarrollo

El material se corta previamente en trozos mas pequeños, se introduce en la jarra y se enciende el artefacto.



## Resultados

Se logra triturar el material, pero no se logra que los tamaños sean homogéneos.

Como las cuchillas están en el fondo del vaso, no todas las partes logran alcanzarlas y no hay ninguna presión que empuje el material sobre las cuchillas, por lo que el material que está más cerca de las mismas, se tritura en partes muy pequeñas.

Por otra parte, debido a la alta velocidad, y lo liviano del material las piezas que están más arriba no logran bajar. Es necesario hacer varias pasadas moviendo el material entre ellas para lograr partes más homogéneas.

También se observa que desprende polvillo, y partículas pequeñas que por estática, quedan pegadas al recipiente.



## Conclusiones

- La prueba es exitosa para triturar una cantidad pequeña de material de bajo espesor (< 0,5mm).- Para que el material alcance las cuchillas, es necesario que esté precortado en trozos más pequeños, lo que agrega un paso más al proceso.
- No es posible obtener homogeneidad de tamaño en el picado.
- No es apta para generar grandes volúmenes de material picado.

### Extra:

- Escanear el código con un teléfono inteligente para ver video del triturado



## PRUEBA 2 - Triturado manual 1

### Descripción

Se cuenta con materiales que tienen un espesor  $>0.5\text{mm}$ , lo que no se considera adecuado para picar en una licuadora, siendo necesario además picarlo previamente. Se opta por realizar un picado manual.

### Materiales

Polipropileno (PP)



### Herramientas

Tijera para cortar chapa, o tijera convencional grande.



## Resultados

Se logra cortar el material con poco esfuerzo, pero es un proceso que insume mucho tiempo.

Se generan unos 150 gramos de material para ser utilizados en pruebas de calentamiento.

El tamaño de las escamas obtenidas oscila entre 0,5 y 2,5 cm.



## Conclusiones

- Serán presentadas junto con las de la prueba 3.

## PRUEBA 3 - Triturado manual 2

### Descripción

Se realiza la prueba de picado manual con materiales de espesor  $<0.5\text{mm}$ .

### Materiales

Poliestireno (PS)



### Herramientas

Tijeras



### Resultados

Se logra cortar el material con poco esfuerzo, pero es un proceso que insume mucho tiempo.

Algunas piezas que quedan muy grandes, es necesario volverlas a cortar en partes mas pequeñas

Se generan unos 100 gramos de material para ser utilizados en pruebas de calentamiento.

El tamaño de las escamas obtenidas oscila entre 0,3 y 3cm.



## Conclusiones

- Si bien posibilita contar con pequeñas cantidades que serán utilizadas en las primeras pruebas de calentamiento y formación, ambos procesos manuales insumen mucho tiempo, en relación a la cantidad de material obtenido.

### Conclusiones parciales, pruebas 1, 2 y 3

De las pruebas 1, 2 y 3, se puede concluir:

No se encuentra una forma efectiva de triturar el material de manera doméstica, por lo que para pruebas posteriores, es necesario utilizar una trituradora específica para este paso del proceso.

## PRUEBA 4 - Calentamiento en horno 1

### Descripción

Se prueba calentar material en un horno de cocina para observar resultados del calentamiento y el enfriamiento.

### Materiales

Polipropileno (PP)



### Herramientas

Horno de cocina  
Moldes telefoneados anti adherentes



### Desarrollo

1. Se coloca el material picado previamente en las cavidades del molde.
2. Se calientan en horno con convección, con resistencias por encima y debajo, a una temperatura de aproximadamente 150°C.
3. Se retiran los moldes del horno y se deja enfriar el material a temperatura ambiente



Paso 1



En esta etapa no se tiene una referencia de cuánto tiempo es necesario para ablandar el material, por lo que se aprovecha la posibilidad de poder ir observando a través del vidrio del horno, hasta que se nota que el material se encuentra fundido. Esto toma aproximadamente 30 minutos.

## Resultados

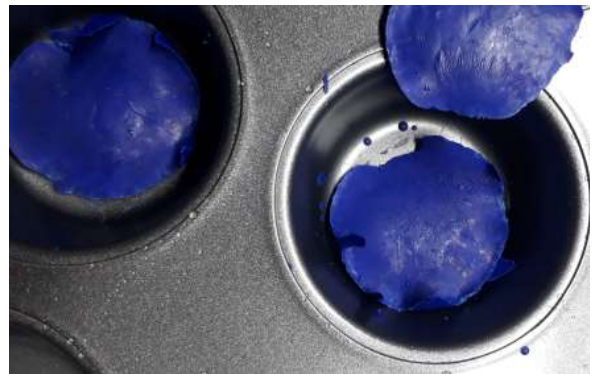
El material se funde formando una pieza maciza,

Las piezas se contraen en tamaño una vez se enfrían.

Toman un acabado opaco, contrario al brillo que presentaba el material sin calentar.

La superficie que no tiene contacto con el molde (la parte superior) no es pareja, sino que tiene algunas protuberancias.

El material se desmolda sin inconvenientes una vez enfriado



## Conclusiones

- El material se contrae al enfriarse
- El acabado antiadherente de teflón, es muy efectivo al evitar que el material se pegue al molde.

## PRUEBA 5 - Calentamiento en horno 2

### Descripción

Se realiza una nueva prueba con las siguientes variables:

- Se incorpora material de distinto color, tamaño y espesor.
- Se enfría bruscamente, introduciendo el molde en agua fría.

### Materiales

Polipropileno (PP)



### Herramientas

Ídem prueba 4

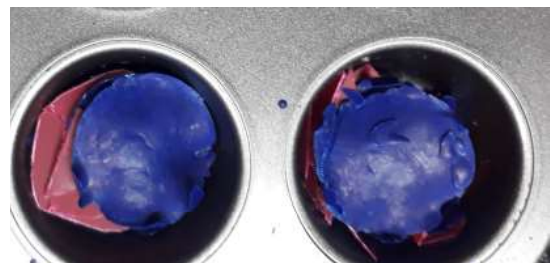
### Desarrollo

1. Se coloca el material picado previamente en las cavidades del molde.



Paso 1

2. Se agregan las piezas resultantes de la prueba 4 en dos de las tres cavidades.



Paso 2

3. Se calientan en horno con convección, con resistencias por encima y debajo a una temperatura de aproximadamente 150°C, por 30 minutos.

4. Se retira del horno

5. Se sumerge en agua fría



Paso 5

## Resultados

Las piezas de distinto espesor se mezclan y se unen bien.

Las piezas se contraen al enfriarse

El enfriado brusco, genera más protuberancias en la superficie que no está en contacto con el molde, algunas con forma de burbuja.

Mientras tanto, la parte que está en contacto con el molde tiene un acabado liso y con algo más de brillo.



## Conclusiones

- Las partes de las piezas que no están contenidas por el molde, presentan una superficie irregular y con deformaciones, mientras que las que si están contenidas, revisten un acabado mas liso y parejo.
- Un enfriado brusco, genera mayores deformaciones en las piezas que un enfriado lento a temperatura ambiente.

### Conclusiones parciales, pruebas 4 y 5.

- En las pruebas 4 y 5 no se tiene buen control ni referencia de la temperatura a la que se está calentando el material. Si bien se cuenta con un termostato graduado, no existe un indicador de temperatura.
- Al no aplicarse el calor directamente sobre las piezas, se pierde gran cantidad de energía en calentar el horno.
- No es posible aplicar presión sobre las piezas para compactar el material, por lo que no se tiene control sobre el espesor de la pieza.

A partir de esta prueba, surge la necesidad de encontrar herramientas que permitan sortear las dificultades observadas.

A raíz de lo anterior, se incorporan artefactos y herramientas para poder mejorar el control sobre el proceso. Estas herramientas serán validadas en esta etapa preliminar, para pasar a utilizarse en la etapa de laboratorio.

### Fuente de calor:

Se busca un artefacto para calentar el plástico que cumpla con los siguientes requisitos:

Excluyentes:

- Que alcance temperaturas mayores a 150°
- Que se pueda cerrar a modo de prensa
- Que tenga termostato regulador de temperatura

Requisitos deseables

- Que caliente de ambos lados (arriba y abajo)
- Que cuente con un área para realizar piezas de hasta 15 x15 cm
- Que las superficies de calentamiento sean lisas
- Que se pueda ajustar la presión

- Que las placas tengan revestimiento antiadherente
- Que sea segura de operar (riesgo térmico, riesgo eléctrico)

#### Requisitos valorables

- Que sea posible regular independientemente la temperatura de las placas
- Que su valor no supere los \$ 3.000
- Que tenga indicador de temperatura

El artefacto que cumple con la mayor cantidad de los requisitos, es un Grill eléctrico Cuori de 1900w de potencia.

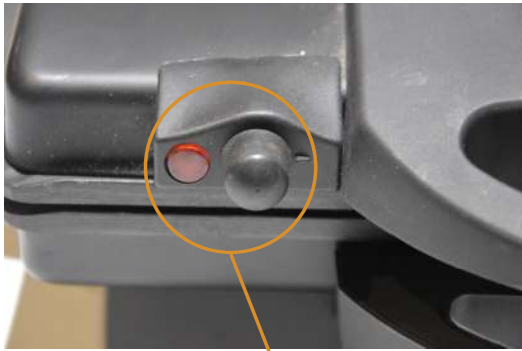
Es un artefacto que se cierra a modo de prensa, con 2 resistencias, arriba y abajo de 950w cada una, que están en contacto con placas de metal y revestimiento antiadherente. Las placas tienen un lado liso y otro texturado. Éstas son reversibles y se pueden retirar para una correcta limpieza. El grill se cierra con una bisagra, y cuenta con una tranca que mantiene las dos partes cerradas.

La temperatura de las placas se regula a través de 2 termostatos independientes, arriba y abajo, con una escala de graduación de 1 a 6.

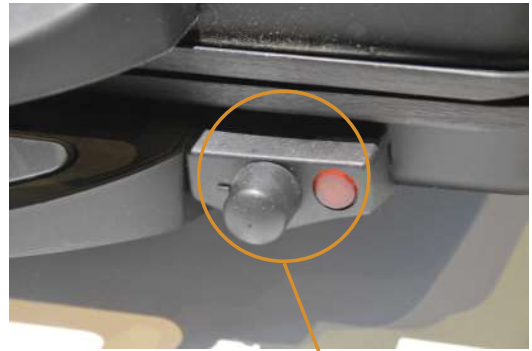
El área útil de las placas es de 313 x 220 mm.



Grill electrico



Termostato superior



Termostato inferior



Resistencia inferior



Placa antiadherente



Resistencia superior

## Medición de la temperatura

Como el grill no cuenta con indicador de temperatura, se opta por un termómetro digital con sonda de uso doméstico. La sonda permite sensar la temperatura junto al material y así obtener una medición certera de la temperatura que está recibiendo.

El termómetro cuenta con una alarma programable de temperatura (al alza) y un timer. Estas dos funciones son importantes para realizar los ensayos. La precisión del termómetro es de  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$



## Balanza

Se utiliza para pesar la cantidad de los distintos materiales que conformarán los ensayos.

Rango: 0.1 a 5kg

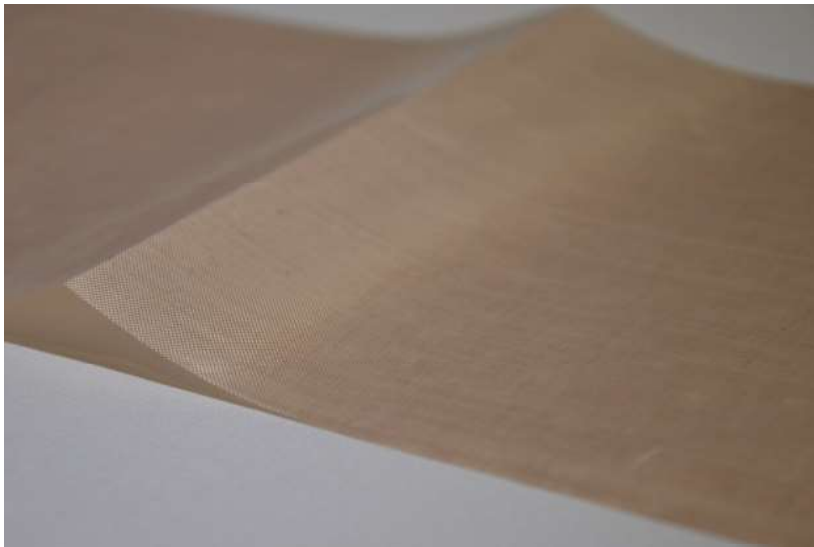
Precisión:  $\pm 1\text{g}$



## Material antiadherente

A pesar que las superficies del grill tienen un recubrimiento antiadherente, se considera necesario trabajar con un material que se pueda reponer. Es de esperar que las placas por su textura rugosa, comiencen a acumular residuos y esto pueda interferir los resultados de las pruebas. Además, es deseable conseguir un acabado liso.

Basado en lo observado en La Fabrica y en Emeplásticas, se elige trabajar con tela de teflón y fibra de vidrio de 130  $\mu\text{m}$ . Este material resiste hasta 260°C y su superficie es extremadamente lisa, por lo que el material no se adhiere, y si algún resto llegase a quedar, se limpia muy fácilmente una vez que enfría.



## Placas de aluminio

Se cortan 2 placas de aluminio de 1mm de espesor, de forma que calcen en las cavidades que tienen las placas del grill. Esto se realiza como contingencia en caso que el calor sobre el material sea excesivo.





## Prueba 6 - Poliestireno 1

### Descripción

Se calienta material en grill, con temperatura controlada.

### Materiales

Poliestireno (PS)



### Herramientas

Balanza  
Grill  
Termómetro  
Teflones  
Placas de aluminio

### Desarrollo

1. Se pesa el material.  
Cantidad: 60g.



Paso 1

2. Se colocan las placas de aluminio, arriba y abajo.



Paso 2

3. Se corta a medida de las placas, y se coloca la tela de teflón en el grill.



Paso 3

4. Se esparce el material sobre la placa y se coloca la sonda del termómetro próximo al mismo.



Paso 4

5. Se cierra la prensa y se regulan ambos termostatos en posición 5.

6. Se setea la alarma del termómetro a 180°C.



Paso 6

Se observa que la temperatura se eleva rápidamente, y supera los 180°C, por lo que se hace necesario comenzar a regular manualmente el corte de los termostatos bajándolos y subiéndolos de acuerdo a como aumenta o disminuye la temperatura. Para este ensayo se alcanzó una temperatura de 220°C.

7. Luego de 10 minutos se abren las planchas para realizar una revisión, y se observa que parte del material ya está unido entre sí.

8. Se deja enfriar a temperatura ambiente



Paso 7

## Resultados

Se observa que quedan muchos espacios entre las escamas, y no se obtiene una pieza compacta.

De todas formas, se detecta como característica una pieza con mucho brillo, rígida y quebradiza.

Llama la atención que se enfría rápidamente (unos 3 minutos) sin opacarse ni mostrar deformaciones en la superficie.



## Conclusiones

Resulta necesario acumular mas material y no esparcirlo tanto en la placa para obtener una pieza con menos espacios y mas compacta.

La temperatura es suficiente para unir el material, pero no se llega a fundir. Se nota que las partículas aun mantienen en gran parte su forma inicial, incluso se puede ver claramente parte de la impresión en los materiales impresos.

El material no se altera al enfriarse rápidamente.

## Prueba 7 - Poliestireno 2

### Descripción

Para lograr una pieza de mayor espesor, se divide la pieza en 2 partes, se colocan superpuestas en la plancha y se vuelve a calentar en las mismas condiciones (posición 5, 10 minutos)

### Materiales

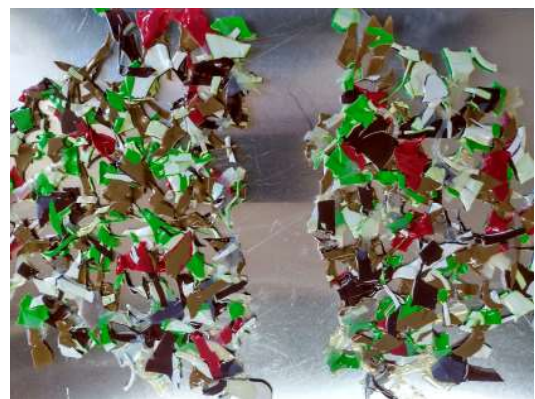
Poliestireno (PS) resultante de la prueba 5

### Herramientas

Grill  
Termómetro  
Teflones  
Placas de aluminio

### Desarrollo

1. Se divide en 2 partes la pieza inicial



Paso 1

2. Se coloca en las placas, sobre los teflo-  
nes, una mitad sobre la otra



Paso 2

3. Se cierra la prensa y se regulan ambos termostatos en posición 5.  
Debido a lo observado en la prueba 5, en esta instancia se trata de mantener un mayor control de la temperatura, regulando manualmente los 2 termostatos. Se logra mantener la temperatura entre 200 y 220°C

4. Se revisa a los 10 minutos, observando que las dos partes ya se encuentran unidas entre sí.

6. Se deja enfriar a temperatura ambiente

## Resultados

Las 2 partes se unen entre sí nuevamente formando una única pieza de aproximadamente 3 mm de espesor.

Se mantiene el brillo característico observado en la pieza inicial.

Al ser mas compacta, se nota una pieza muy rígida y dura.

Aún puede observarse que las escamas conservan su forma original y no parecen completamente fundidas.



## Conclusiones

El material se puede volver a calentar, manteniendo sus características aparentes.

La temperatura o el tiempo de calentamiento no parecen suficientes para fundir completamente el material, ya que las escamas mantienen mayormente su forma original.

## Prueba 8 - Poliestireno 3

### Descripción

Se realiza una nueva prueba con las siguientes variables respecto a las pruebas anteriores:

- No se colocan las placas de aluminio
- Se aumenta la temperatura

Estas variables buscan elevar la temperatura del ensayo, de modo que se logre fusionar mejor el material para lograr una textura más homogénea.

### Materiales

Poliestireno (PS)

### Herramientas

Grill  
Termómetro  
Teflones

### Desarrollo

1. Se coloca el material en las placas
2. Se coloca la sonda del termómetro próximo al material. Es importante dejar un espacio para que al fundirse el material, no alcance la sonda y no quede material pegado.
3. Se cierran las placas
4. Se setea el termómetro en 250°C. Se alcanzan 260°



Paso 4

5. A los 10 minutos se realiza una revisión y se observa que el material se encuentra fundido y unido entre sí.

6. Se deja enfriar a temperatura ambiente

## Resultados

Se mantiene lo observado en las pruebas 5, 6 y 7

Por haber obtenido un espesor mayor y haber trabajado a mayor temperatura, la pieza demora más en enfriarse completamente (unos 10 minutos)

Debido a la elevada temperatura alcanzada durante el calentamiento, se percibe olor característico a plástico quemado y presencia de humo proveniente del interior de las prensas.

Se observa un leve oscurecimiento en los colores de la pieza.



## Conclusiones

El aumento de la temperatura tiene un resultado positivo, fundiendo más el material, obteniendo una pieza más homogénea. Sin embargo, la aparición de olor y humo durante el calentamiento, reviste un peligro por la toxicidad de las emisiones.

Se toma como medida, no exceder los 220° para el poliestireno, y se cree más conveniente aumentar la duración del calentamiento en lugar de aumentar de la temperatura.

Es más fácil de controlar la temperatura regulando los termostatos manualmente, aunque requiere un seguimiento más agudo para evitar que se dispare.

No se logra identificar el efecto de usar o no las placas de aluminio, ya que no se observa diferencia sustancial en el tiempo que toma alcanzar la temperatura deseada.

## Prueba 9 - Polipropileno 1

### Descripción

Se calienta polipropileno en grill, con temperatura controlada.

### Materiales

Polipropileno (PP)  
Cantidad: 77g



### Herramientas

Balanza  
Grill  
Termómetro  
Teflones

### Desarrollo

1. Se coloca el material sobre el teflón y se ubica la sonda del termómetro cerca del material con cuidado de que no tome contacto con el mismo

2- Se cierra y se traba el grill

3- El objetivo inicial de temperatura a alcanzar, es 150°. Para alcanzarla, se encienden ambas placas al máximo (posición 6). Se setea la alarma del termómetro a 100° de modo que de tiempo de comenzar a ajustar manualmente los termostatos hasta llegar a los 150°.



Paso 1



Paso 3



4- Una vez alcanzados los 150°, se deja calentar por 10 minutos. Se abre para revisar y se observa que el material aún no está unido.

5- Se aumenta la temperatura a 180°

6- A los 10 minutos se abre para revisar y se observa que si bien parte del material se encuentra fundido, aún no está completamente unido.

7- Se calienta por 10 minutos más. Se abre para revisar y se observa que el material se encuentra completamente unido.

8- Se retira de la prensa y se deja enfriar a temperatura ambiente.



Paso 5

## Resultados

Lo primero que se observa es que al enfriarse la superficie se deforma, generando arrugas que son notorias incluso antes de retirar la pieza de los teflones.



La pieza lograda es de buen espesor (unos 3 mm), y muy compacta. A diferencia de lo observado en las pruebas con PS, no luce una superficie tan brillante, y es más flexible, se logra curvar sin partirse.



## Conclusiones

Resulta efectivo el método de seteo de alarma a una temperatura inferior a la buscada, y luego regular manualmente los termostatos hasta lograr la temperatura meta. Es más fácil de controlar que la temperatura aumente demasiado. También se afina más la regulación para mantener la temperatura constante, pero es inevitable tener una fluctuación de 10 a 15°. Se observa que hay un retraso entre que se activa el termostato y comienza a aumentar realmente la temperatura, así como también cuesta bastante bajar la temperatura una vez corta el termostato.

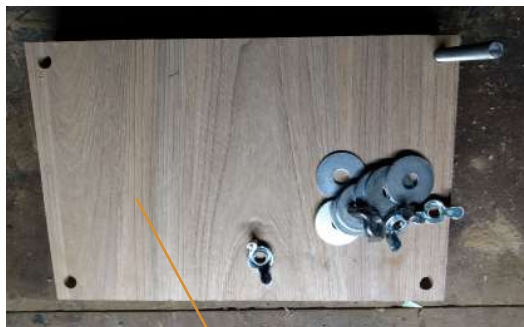
En cuanto al material, fue necesario mas tiempo de calentamiento para lograr unión de la pieza respecto al PS, aunque la temperatura de trabajo también fue menor. El espesor del material también pudo tener incidencia en este aspecto, ya que el PP con el que se contaba para esta prueba, tenía un espesor aproximado de 0,7mm, mientras que el PS de las pruebas anteriores, no superaba los 0,5 mm.

Se observa claramente que se generan deformaciones en la superficie, producto de la rápida contracción del material al enfriarse sin estar contenido en un molde o prensa.

Se avanza en la construcción de una prensa casera, para comprobar si es posible enfriar el material prensado y así reducir el efecto de contracción.

## Prensa para enfriamiento

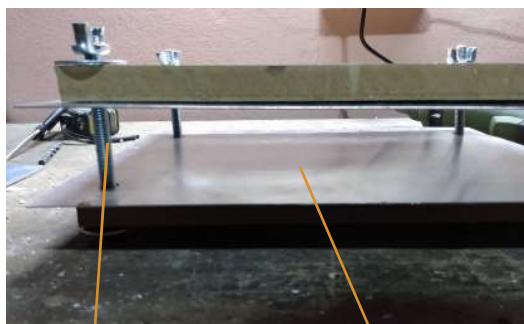
Consiste en 2 piezas de madera, a las que se le agregan 2 placas de aluminio de 2mm de espesor. Las maderas y el aluminio están atravesados por 4 piezas roscadas, con mariposas en sus extremos. Ajustando las mariposas se logra ejercer la presión sobre el material.



Pieza de madera

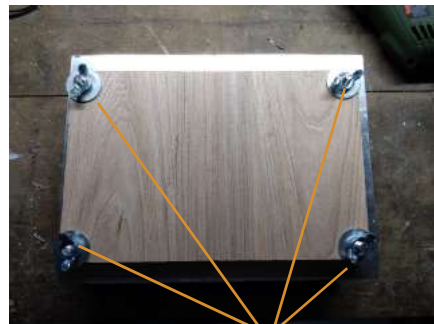


Placa de aluminio



Varilla roscada

Área de prensado



Mariposas de ajuste

## Prueba 10 - Polipropileno 2

### Descripción

Se introduce la variable de enfriado prensado, para verificar si se puede mitigar el efecto generado por la contracción del material al enfriarse observado en la prueba anterior.

### Materiales

Polipropileno (PP)

### Herramientas

Grill  
Termómetro  
Teflones  
Prensa  
Guantes o manopla de protección térmica

### Desarrollo

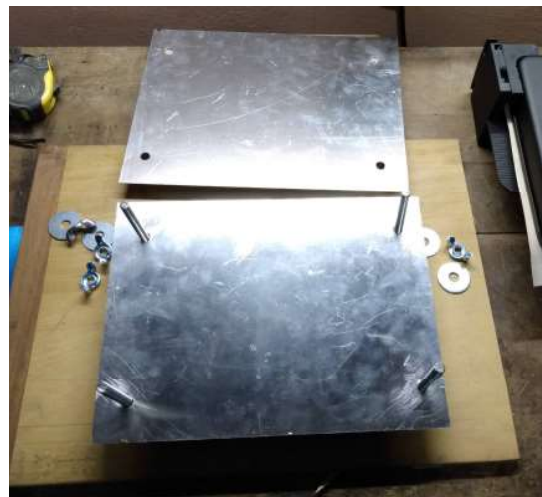
Se repiten los pasos 1 a 7 de la prueba 8 hasta lograr la pieza.

8- Es necesario tener la prensa abierta y previamente preparadas todas las piezas para lograr que el pasaje de las placas de calentamiento a la prensa de enfriamiento sea lo más rápido posible.

9- Utilizando guantes de protección térmica, se retira el material de las placas de calentamiento (incluyendo los teflones) y rápidamente se coloca en la superficie de la prensa.

10- Se arma la parte superior de la prensa, y se aprietan las mariposas de ajuste.

11- Se deja enfriar



Paso 8



Paso 10

## Resultados

No se logra el resultado deseado en esta prueba.

Se observa que la madera elegida, no es lo suficientemente dura, y cede al momento de ajustar las mariposas. Como consecuencia no se logra una presión uniforme, se centra solo en los extremos, no alcanzando al centro que es donde se encuentra la pieza.

No hay diferencia notoria entre la pieza de la prueba 8 y la 9.



## Conclusiones

Si bien resulta necesario comprobar el efecto del prensado, no se realizan cambios sobre la prensa realizada en esta instancia. Este paso del proceso podrá ser verificado más adelante en las pruebas a mayor escala, donde las prensas térmicas ofrecen la posibilidad de una presión uniforme en toda la superficie.

## Moldes

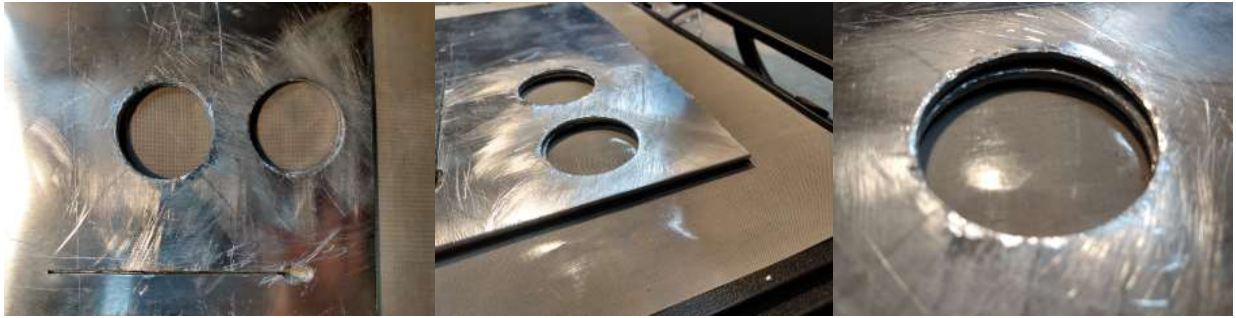
Se busca la forma de contener el material en un molde, para obtener una forma y un espesor específico.

Como material para la realización de un molde en esta etapa, se elige el aluminio ya que es sencillo de trabajar con herramientas domésticas, y soporta la temperatura.

Se trabaja con 2 placas de aluminio de 1mm de espesor.

Ambas placas se prensan juntas y utilizando un taladro con una broca de copa de 40mm, se realizan 2 cavidades circulares. Con una lima de mano, se retiran rebabas.

Se elige trabajar con 2 piezas para poder tener variedad de espesor dependiendo si se trabaja con 1 (1mm) o con las 2 (2mm).



Para esta prueba se realizan las perforaciones circulares ya que es un proceso sencillo de realizar, pero se puede utilizar tecnología CNC para generar la forma deseada.

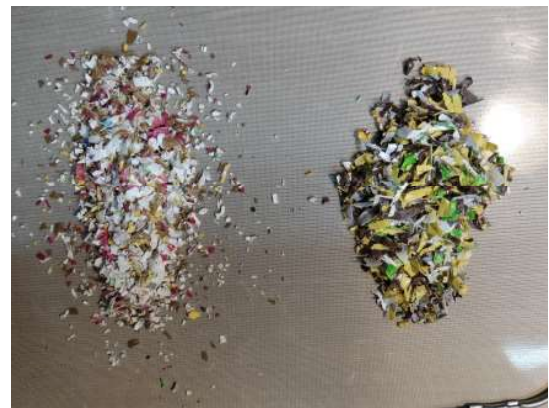
## Prueba 11 - Poliestireno moldeado

### Descripción

Se calienta material en cavidades de molde. Se evaluará el comportamiento del material, si este se contrae, si se desborda, si es fácil de desmoldar.

### Materiales

Poliestireno triturado fino\*



### Herramientas

Grill  
Termómetro  
Teflones  
Molde

\*Si bien esta prueba corresponde a la etapa de pruebas preliminares, el material usado fue generado en la fase de triturado previa a las pruebas de laboratorio.

## Desarrollo

1- Se colocan los teflones en la placa inferior

2- Se coloca el molde (las 2 partes)

3- Se carga material en ambas cavidades. Para lograr una pieza compacta, se carga un poco más de lo que admite cada cavidad.

4- Se posiciona la sonda del termómetro cercano al molde

5- Se setea alarma de termómetro a 140°C para una primera revisión

6- Comienza calentamiento

7- Se realiza una revisión a los 10 minutos observando que el material se encuentra fundido, y contracción del material

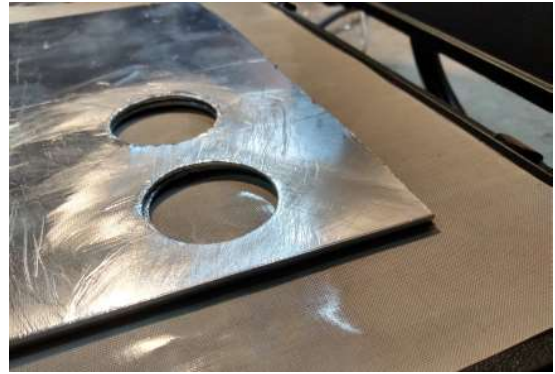
8- Se agrega material

9- Se calienta nuevamente a 140°C por 10 minutos.

10- Se revisa y se observa que el material está fundido y compacto.

11- Se deja enfriar a temperatura ambiente

12- se desmolda



Paso 2



Paso 3



Paso 4.



Paso 7



Paso 8

## Resultados

Como resultado de esta prueba, se obtienen dos piezas moldeadas, bien compactas.

Por la parte superior, se observa una textura en la que aun se aprecia el granulado del material inicial, mientras que en la parte inferior, se observa como el material fundido fluyó hacia por debajo del molde, escapándose del mismo. Esto puede mejorarse dando vuelta el molde a la mitad del proceso de calentamiento.

Al desmoldar, se observa que el material copió la muesca que se forma entre los 2 moldes. Se observa que además estaban levemente desfasados entre sí, ya que queda un escalón marcado a la mitad de la pieza.



## Conclusiones

Se obtuvo un buen resultado de esta prueba, comprobando que se puede trabajar el material en moldes planos, dando posibilidad a variedad de formas.

Se observa que la temperatura necesaria para trabajar el poliestireno en este caso, fue menor que la necesaria en pruebas anteriores. Es posible que esto esté relacionado con el tamaño de las partículas del triturado fino con el que se trabajó. La incidencia del calor acumulado en el propio molde, pudo haber colaborado con esta diferencia.

El material copia bien el molde.

El desmoldado resulta sencillo, sin utilizar ningún desmoldante. Al enfriarse, el plástico se separa fácilmente del molde.

El molde en dos partes, ayuda al desmoldado, ya que se puede abrir desde el centro separando ambas partes.

No se observa una contracción del poliestireno al enfriarse. Se debe considerar que es una pieza chica, se debe verificar en piezas de mayor tamaño la incidencia de la contracción al enfriarse.

# Conclusiones Etapa 1

## Proceso

Se prueban varias técnicas, algunas muy básicas, y otras un poco más complejas. Lo importante es que se realiza un recorrido, un proceso que permite ir encontrando las herramientas adecuadas para poder procesar el material a nivel doméstico, comenzar a realizar los primeros ensayos e ir observando algunos resultados primarios.

A priori, la selección del herramental parece adecuado para embarcarse en la siguiente etapa, donde va a ser necesario un control más estricto del proceso, ya que es importante poder comparar los resultados en base a las variables.

Queda demostrado, que para obtener volúmenes importantes de material triturado, es indispensable procesar el material en una trituradora específica para este fin. No es posible realizarlo con herramientas o artefactos del ámbito doméstico. Además el proceso en trituradora permitirá obtener mayor homogeneidad en el tamaño de las escamas.

Se logra probar la utilización de un molde, que establece las bases para desarrollar uno específico para en la etapa 2, que permitirá realizar múltiples piezas por ensayo.

La prueba de prensado no fue exitosa. Se debe reducir el tiempo entre que se quita la pieza del calor y se prensa, porque si la pieza se enfría, ya se comienza a deformar, y al ser prensa fría no se puede recuperar la forma. Lo ideal es prensar durante el calentamiento, o dejar enfriar prensado.

## Materiales

Se comienzan a observar notorias diferencias entre los dos materiales (poliestireno y polipropileno) en los resultados obtenidos en el mismo proceso.

Es cuanto a comportamiento, el PS es más estable al enfriarse (sin prensa) que el PP.

En cuanto a apariencia, el PS resulta con un acabado liso y brillante, mientras que el PP presenta más arrugas y no tanto brillo.

Comparando ambas piezas, el PS es rígido pero quebradizo, mientras el PP resulta un tanto más flexible.





Piezas resultantes de la etapa 1

## ETAPA 2 - PRUEBAS DE LABORATORIO

### DESCRIPCIÓN

Esta etapa incluye el triturado del material para la realización de las pruebas. Éste proceso se realiza en el taller de La Fábrica, con trituradoras específicas para esta actividad. Luego, con el material obtenido, se realizan pruebas a nivel de laboratorio con herramientas validadas de la etapa 1.

### OBJETIVOS

- Comprobar la viabilidad de mezclar materiales
  - Generar muestrario
  - Generar fichas de proceso
  - Obtener probetas para posibles ensayos estandarizado de laboratorio\*<sup>1</sup>
  - Validar mezclas
  - Seleccionar alternativas para la etapa de pruebas a mayor escala
- 

\*Nota: Se realizaron las consultas con el Departamento de Materiales del LATU para la realización de ensayos analíticos. Se sugirió realizar ensayos de Flexión en 3 puntos según norma ASTM D-790, para conocer la resistencia de los materiales ante una carga puntual. También se propuso realizar un ensayo que simula el envejecimiento de los materiales. En este caso sería una exposición a fuente de calor (70°C - 1 Hora) para conocer la reacción de los materiales a la intemperie, con la incidencia de luz solar directa. Por dificultades en la coordinación, no fue posible realizar los ensayos para exponer los resultados.

## PASOS PREVIOS 1 - TRITURADO

Por las dificultades observadas en la etapa 1 para conseguir triturar material, para esta etapa el triturado se realiza en La Fábrica Makerplace.

En el taller existen dos trituradoras con distintas características, que permiten triturar fácilmente mayores volúmenes de material. Además se obtiene un triturado homogéneo.

### Materiales a triturar

Para realizar las pruebas, se utiliza material limpio. Si bien el material no es recuperado, se trata de materiales que se podrían encontrar en los residuos. Se parte de la base que todo el material a trabajar ya está limpio, ya sea por acción de los propios consumidores previo a su descarte, por acciones que promuevan que el material sea depositado limpio, o porque estos pasan por un proceso de lavado posterior a su disposición.

### PS - Poliestireno sin impresión



## PSi - Poliestireno impreso



## PP - Polipropileno sin impresión



## PPi - Polipropileno impreso



### Maquinaria

#### Trituradora tipo “Shredder” de eje simple

Esta trituradora fue construida por los miembros de La Fábrica, basándose en los planos de versión de *Precious Plástico: Single shaft Shredder v2.0*

#### Su funcionamiento:

Consiste en un motor trifásico conectado a una caja de engranajes reductora mediante una correa. Esta caja reductora reduce las revoluciones del motor y aumenta la fuerza. La caja reductora está conectada a un eje en el que están montadas un conjunto de cuchillas dentadas, que giran pasando por espacios determinados en una parte fija. Éste conjunto está ubicado justo debajo de una tolva, que es por donde se carga el material. El mismo cae por gravedad y una vez pasado por las cuchillas, el material triturado cae en un depósito.

#### Precauciones:

Si bien las cuchillas no están expuestas, es fácil acceder a ellas por la tolva. La trituradora debe operarse siempre con las protecciones colocadas. Ocasionalmente el material a triturar puede quedar trancado en la entrada de las cuchillas porque éstas no lo logran enganchar. Para retirar el material se debe asegurar que la trituradora esté apagada y completamente detenida, y en lo posible utilizar alguna herramienta para retirar o mover el material.



**Extra:**

- Escanear el código con un teléfono inteligente para ver video del triturado





**Resultado:**  
Como resultado del pasaje por la trituradora tipo *shredder*, se obtienen escamas alargadas debido a la forma que el material pasa entre las cuchillas. Estas escamas tienen entre 5 y 7mm de ancho, y 10 y 35mm de largo.

A diferencia de modelos más avanzados, ésta trituradora cuenta con un sólo eje. Existen trituradores de dos ejes, que giran en sentido contrario alimentados por el mismo motor. Esto permite que el material sea empujado constantemente por las cuchillas evitando que se tranque entre la parte móvil y la parte fija, y aumentando la capacidad de triturado.

### **Trituradora tipo Molino**

Esta trituradora fue adquirida por La fábrica.  
Se utiliza para pasar material previamente triturado en la tipo Shredder.

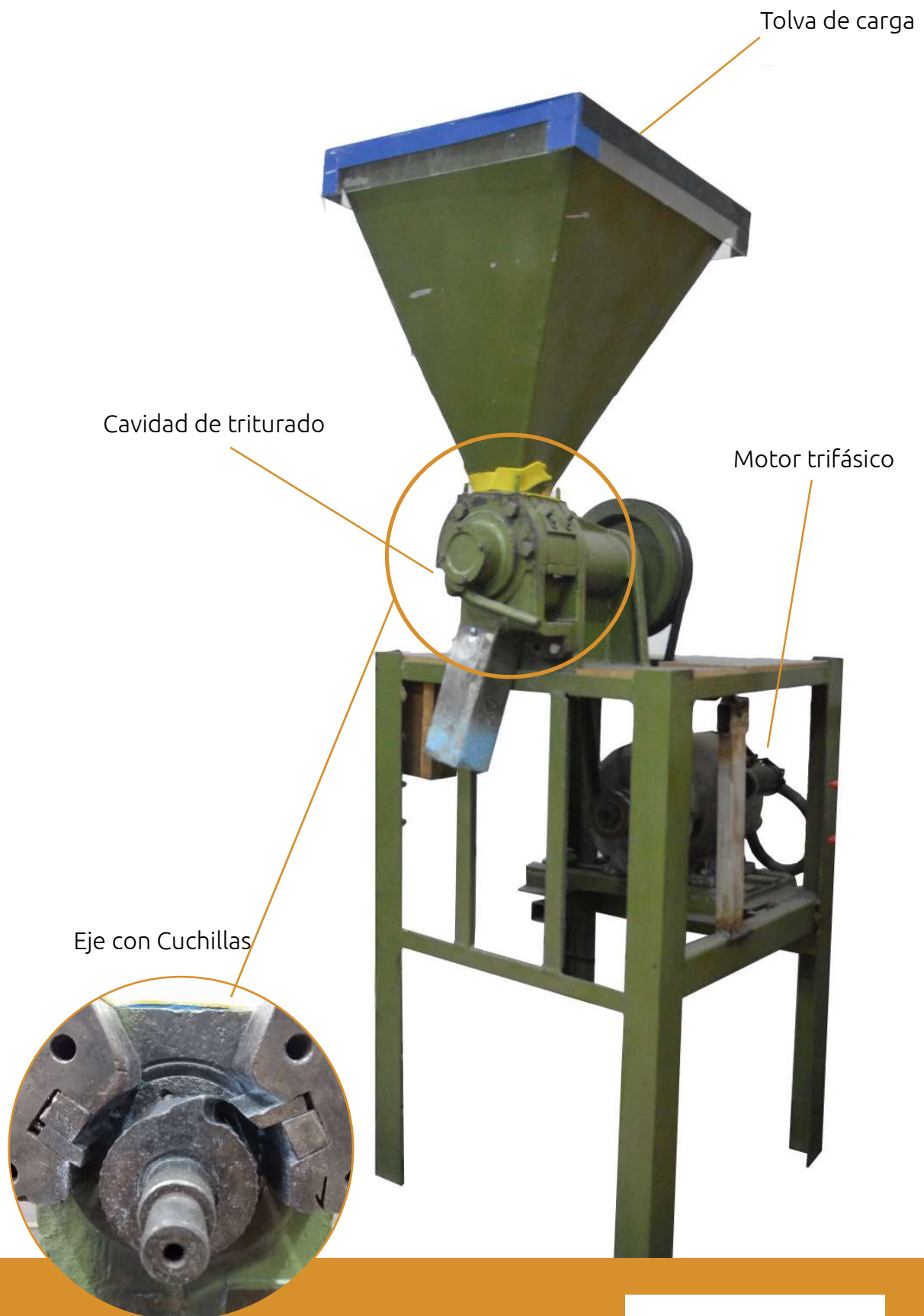
Su funcionamiento:

El eje porta cuchillas se encuentra conectado directamente al motor mediante una correa sin pasar por una caja reductora, esto hace que gire a altas revoluciones.

Contiene 2 cuchillas fijadas a una pieza que gira dentro de una cavidad. En la parte inferior posee una malla perforada que permite el pasaje de las partículas ya picadas.

El material se coloca en la tolva y cae por gravedad directo a el eje.

Es un proceso mucho más lento a pesar de ya estar triturado previamente el material, dado que la boca de entrada y la cavidad donde entra el material son muy pequeñas.



**Extra:**

- Escanear el código con un teléfono inteligente para ver video del triturado







**Resultado:**  
Como resultado del pasaje por la trituradora tipo molino, se obtienen escamas uniformes de entre 2 y 5mm.

### **Precauciones:**

En este caso, el acceso a eje de cuchillas es reducido, no es fácil alcanzarlo con las manos. La bajada de material en ocasiones puede verse enlentecida por material trancado al final de la tolva. Para destrancarlo se debe asegurar que la máquina esté apagada y completamente detenida. Utilizar una herramienta larga para destrancar el material. Al momento de la limpieza nunca se debe encender la máquina.

### **Limpieza**

En La Fábrica, solamente trituran PEBD en su mayoría proveniente de tapas de bebidas o productos de limpieza. Debido a eso, es necesario limpiar en profundidad ambas trituradoras para evitar contaminación entre los materiales. Se deben quitar las tolvas para acceder a la zona de cuchillas, y con cepillos y una aspiradora, retirar todos los restos y polvillo del picado anterior. Esto también se debe realizar entre los picados de PS y PP, y al terminar con estos materiales para volver al PEBD.

### **PASOS PREVIOS 2 - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MOLDE**

Se desarrolla un molde para utilizar en el grill. Tiene como objetivo principal la contención del material y la uniformidad de muestras a generar. Además posibilitar la realización de múltiples pruebas por tirada, esto significa que se puedan generar varias muestras en las mismas condiciones de ensayo.

Para determinar las dimensiones generales del molde, se toman las dimensiones de las placas de calentamiento del grill: 313 x 220 mm. Se dejan 1,5 mm de tolerancia a cada lado resultando las medidas exteriores finales del molde: 310 x 223 mm

La definición de las dimensiones de las cavidades contempla el tamaño necesario para realizar posibles ensayos de flexión en laboratorio. El tamaño de las probetas está estandarizado por la norma ASTM D-790 que define para muestras de espesores entre 1,6mm y 3,2mm:

Ancho = 12,7mm  
Largo = espesor x 16

Tomando el limite superior del espesor, las piezas alcanzan 51mm de largo.

Se define como medida interior final de la cavidad; 120 x 40mm. De cada cavidad se podrán cortar 1 o más probetas para los ensayos. La decisión del tamaño también está basada en el aspecto vinculado a la distribución del material, de acuerdo a lo observado en las pruebas preliminares. Debido a la variabilidad del comportamiento de los materiales, y las distintas variables del proceso se opta por tener un área mayor a la establecida por la norma, de forma de asegurar en la zona a ensayar, mejor calidad de la formación de la pieza.



### **Espesor:**

Se define un espesor de 4mm como máximo, con opción a realizar piezas de 2mm ya que el molde se realiza en 2 partes de 2mm de espesor que se unen para alcanzar los 4mm finales.

Este molde en 2 partes, además de brindar la posibilidad de trabajar con 2 espesores distintos, también se espera que ayude a desmoldar las piezas.

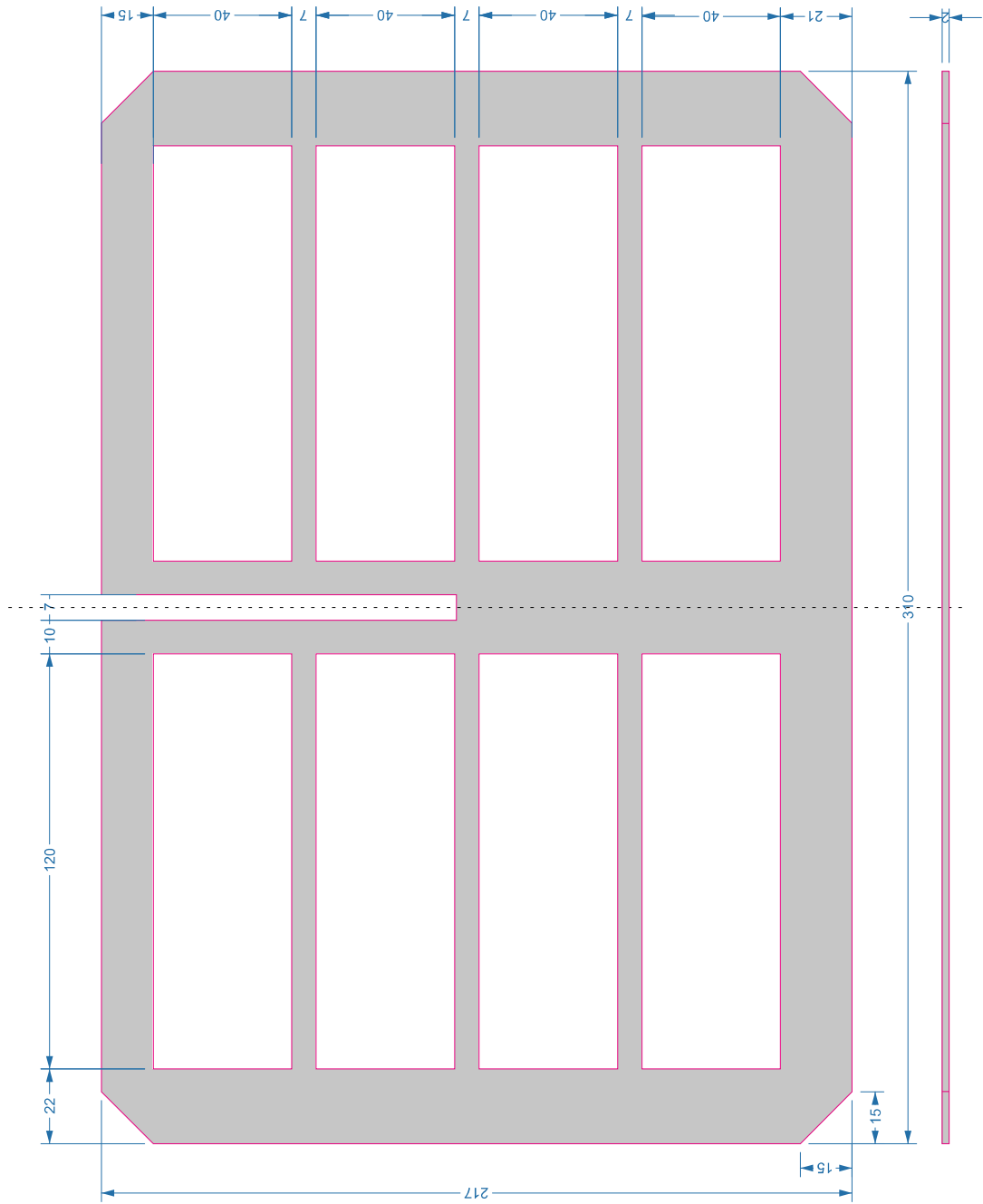


### **Ranura para medición de la temperatura:**

Se prevé una ranura en ambas partes del molde, para que la sonda del termómetro pueda tomar la temperatura en el centro de las placas.

### **Material y confección:**

El molde está hecho de hierro, cortado por tecnología CNC.



V.S

V.L.izq

Tolerancias generales $\pm 0.5\text{mm}$		Fecha	Nombre		
	Dibujó	Ago-20	B.D		
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala	Denominación			
	1:2	Plantilla para corte de molde en hierro 2mm por tecnología CNC.			
				Lámina Nº1	
	Formato A4				

## Procedimiento

### Precauciones:

Las pruebas que impliquen el calentamiento del material deben realizarse en un ambiente ventilado.

Por tratarse de un artefacto doméstico no se requieren condiciones especiales. Como recomendaciones generales para el uso de artefactos de alto consumo: no se recomienda el uso de adaptadores ni alargues. Es indispensable que la red eléctrica cuente con una llave térmomagnética.

Protección: Es recomendable el uso de guantes de trabajo para la manipulación del molde. De ser posible, guantes para alta temperatura.

Es importante mantener el orden y la limpieza del espacio de trabajo. Ésto ultimo es fundamental para evitar que el material se mezcle o se contamine.

Buena Iluminación.

### Limpieza

Limpiar las superficies calefactoras asegurándose que no queden restos de plástico de ensayos anteriores.

Realizar el mismo procedimiento con los teflones. Tener en cuenta que tanto los teflones como el plástico, acumulan gran cantidad de carga estática, por lo que es conveniente sacudir o aplicar aire a presión para evitar que las partículas de plástico puedan ser atraídas nuevamente por la tela.

### Armado del molde

Se coloca una lámina de teflón entre la placa y el molde. Posteriormente se colocan una, o las dos partes del molde, haciéndolo coincidir con los bordes de las placas. La ranura para la sonda del termómetro debe quedar apuntando hacia las bisagras.



## Carga del material

Se esparce el material en las cavidades de manera uniforme. Se debe tener precaución de no contaminar las otras cavidades con los materiales. Si quedan partículas por fuera de la cavidad en los laterales, se deben retirar.



Para la carga inicial el material debe sobrepasar el borde del molde.



Para las cargas a realizarse durante el proceso se sigue el mismo procedimiento, teniendo la precaución de que se manipulará con las placas, el molde y el material a alta temperatura.

## Cierre

Una vez que todas las cavidades que se quieran utilizar se encuentran rellenas de material, colocar la sonda del termómetro en la ranura, y colocar el teflón de la parte superior.

Sonda colocada en la ranura



Cerrar la tapa cuidando que la sonda no se mueva del lugar.  
Usar la traba del grill para asegurar la tapa

Repetir este procedimiento cada vez que se abra la tapa para revisiones.

## Regulación de la temperatura

Por tratarse de un artefacto doméstico, la regulación de los termostatos no es fina, por lo que hay que regularlos manualmente para ir activando y desactivando las resistencias, de modo de mantener la temperatura deseada. Se considera un  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  de error. Se recomienda utilizar ambas resistencias, la inferior y la superior con la misma graduación.



Regulación de resistencia superior



Regulación de resistencia inferior

Para lograr la temperatura deseada, se utiliza el termómetro de sonda. Es recomendable setear una alarma a una temperatura unos 40 o 50°C por debajo de la meta, para poder comenzar a regular, ya que el material de las placas y el propio molde concentran mucho calor, y la temperatura aumenta rápidamente.



## Revisiones

Se establece un intervalo de 10 minutos para hacer una revisión. El tiempo comienza a contar una vez que se cierra la tapa y se comienza a calentar.

Las revisiones permiten tener cierto control sobre el proceso, posibilitando ajustar variables durante el mismo.

Al abrir para hacer las revisiones, hay que considerar que se estará perdiendo temperatura. Para evitar que la temperatura baje demasiado, la revisión debe realizarse en el menor tiempo posible.

Es importante tener una lista de los aspectos a observar, y/o acciones a realizar en cada revisión, aunque puede haber revisiones en las que no se realice ninguna de estas.

- Adherencia de material al teflón al abrir la tapa: si los materiales aun no fundieron lo suficiente, pueden quedar pegados al teflón producto de la estática que estos generan. Se debe tener cuidado si se levanta el teflón en este momento, ya que se pueden desprender trozos contaminando las otras muestras.



Material adherido por estática al teflón



Si, en caso contrario los materiales ya se fundieron, pueden quedar pegados por calor, incluso dejar algunos hilos de material. Se recomienda esperar unos segundos a que se enfríe el material que queda pegado al teflón, y remover.



Material adherido por calor al teflón

- Compactado: se ejerce presión dentro de los moldes para compactar el material.
- Relleno de material: luego de compactar y/o si el material se contrajo demasiado, se puede agregar material a las cavidades.



Material contraído

- Giro: según el avance del ensayo, preferentemente luego de rellenar con material nuevo, puede considerarse girar el molde. Se debe cuidar que si el giro se realiza inmediatamente después de cargar material, se puede caer del molde.

Este paso requiere apertura del grill en pleno calentamiento, por lo que se debe tener precaución de utilizar protección térmica para evitar quemaduras.

Se debe retirar la sonda de la ranura del molde, y una vez girado el molde, volver a posicionarla.

## **Enfriado/desmoldado**

- Cuando se de por finalizado el calentamiento, se deben apagar las resistencias llevando los termostatos a la posición "0".
- Abrir la tapa y esperar unos minutos a que baje la temperatura del molde, para poder manipularlo.
- Quitar el molde del grill.
- Dejar enfriar a temperatura ambiente.
- Retirar los teflones. Al retirar los teflones, pueden llegar a quedar algunas partículas adheridas por calor. Estas pueden ser removidas fácilmente una vez estén completamente frías.
- Para desmoldar, presionar la pieza con los dedos desde los bordes para evitar partirla. Si de esta manera se dificulta, se pueden separar los moldes por la mitad.

## **Variables etapa 2 - medibles**

### **Materiales**

Los resultantes del triturado:

- PS | PSi - Poliestireno sin impresión | Poliestireno impreso
- PP | PPI - Polipropileno sin impresión | Polipropileno impreso

A los anteriores, se suma:

- PEAD - Polietileno de alta densidad

Este material es el que utiliza La Fábrica para su proceso.

Los materiales se medirán en porcentajes:

Ej.: para materiales únicos: PP 100%  
Para mezclas: PP 70% - PS 30%



**PS - Poliestireno**

**PSi - Poliestireno  
impreso**



**PP - Polipropileno**

**PPi - Polipropileno  
impreso**



**PEAD - Polietileno  
de alta densidad**

## Temperatura

La temperatura se medirá en Grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )

Durante la fase de laboratorio, no se trabajará con una temperatura específica, sino que se usarán rangos de temperatura. Ésto es debido a la inestabilidad del artefacto para mantener una temperatura constante. Los rangos pueden ser de hasta  $30^{\circ}\text{C}$

Ejemplo:  $140\text{-}170^{\circ}\text{C}$ .

## Tiempo

Esta variable determina el tiempo que el material se está calentando.

El tiempo se medirá en minutos.

## No medibles

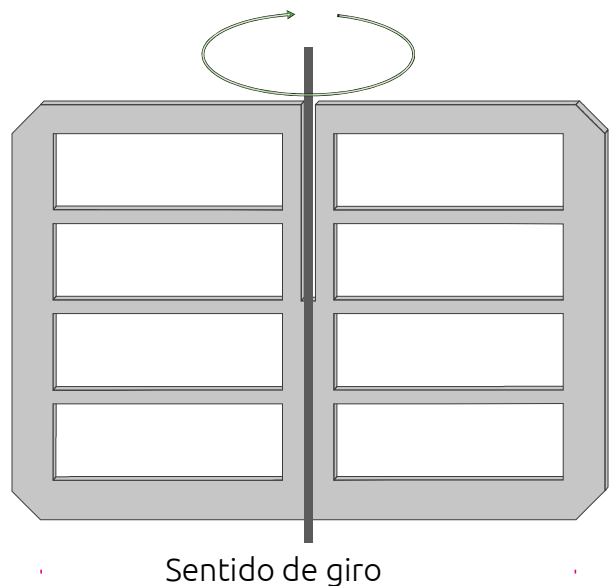
### Compactado

Consiste en presionar el material en caliente por encima del teflón, para compactar la pieza. Se realiza a mano (con protección térmica), y no es posible determinar una medida para esta variable. Sólo se podrá especificar si se realizó compactado, o no.



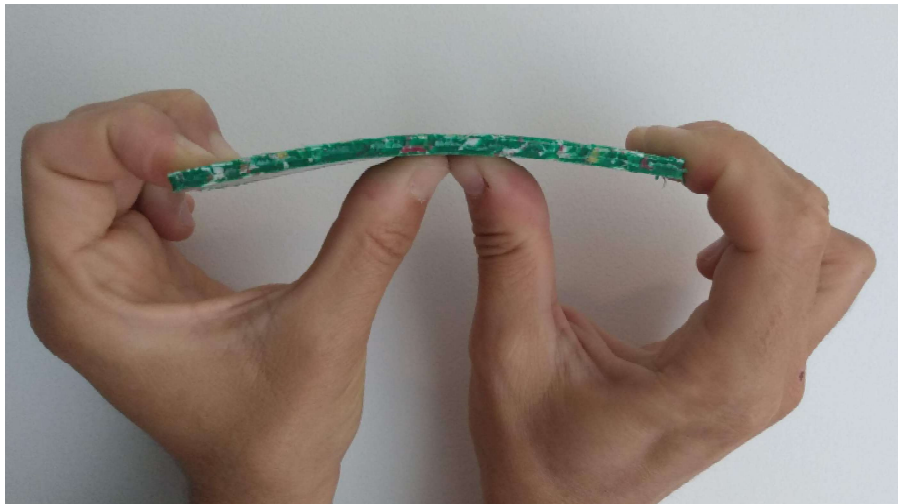
### Giro del molde

Si bien el artefacto cuenta con placas calefactoras arriba y abajo, el material al fundirse tiende a fluir, y queda mas cantidad de material en la parte inferior. Para lograr una pieza más pareja en acabado, se gira el molde completo.



## Aspectos a evaluar

- Conformación general de la pieza: Se evalúa si los materiales se funden logrando formar una pieza única. También se observan espesores, contracción de las escamas, o de toda la pieza.
- Acabado: si el acabado es mate o brillante.
- Rigidez o flexibilidad de la pieza: Se flexiona levemente la pieza desde los extremos para determinar su rigidez.



Ejemplo de pieza flexible



Ejemplo de pieza rígida

## Prueba 1

### Descripción

Para la primera prueba se realizan 5 muestras puras y 3 muestras de mezclas 50/50.

### Materiales



## Parámetros

- Tiempo: 40 minutos
- Temperatura: 140 a 170°C
- No se recarga material
- No se gira el molde
- No se compacta

## Revisiones

- 10 minutos: los materiales aún no se observan fundidos, no se realiza ninguna acción
- 20 minutos: los materiales comienzan a verse fundidos, en particular el PPI se muestra mas fundido que los otros
- 30 minutos: se confirma lo observado en la revisión anterior, el PPI es el material que se ve mas fundido.  
En las cavidades de PS y PSi se observa mucha contracción de las escamas.  
En el resto de las cavidades los materiales se ven fundidos, pero se observa falta de material en general. Las mezclas iniciales fueron de 10g de material/cavidad.  
El PEAD se pega mucho al teflón, más que los otros materiales.
- 40 minutos se finaliza la prueba.

## Resultados



## Cavidad 1 - PSi 100%

Se observa un aspecto antes visto en la etapa anterior, las escamas se contraen perdiendo mucho volumen dentro de la cavidad. El material presenta el brillo característico luego de calentado. Al desmoldar la pieza es débil y quebradiza (rígida).





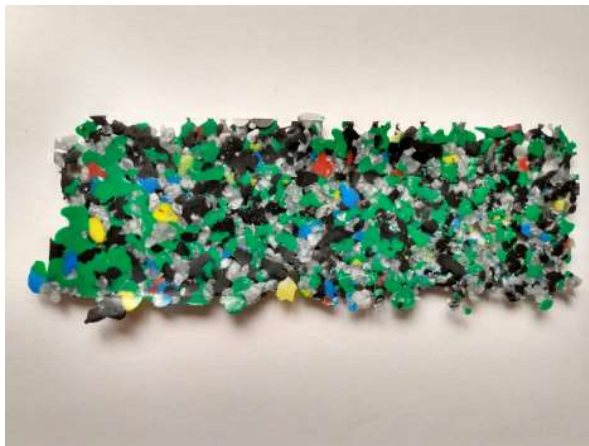
## Cavidad 2 - PS 100%

El resultado es prácticamente idéntico a lo observado en PSi. Reducción de las escamas y acabado brillante es lo mas notorio. Al igual que en la cavidad 1, no se logra una pieza compacta. Al desmoldar la pieza es débil y quebradiza (rígida).



### Cavidad 3 - PEAD 100%

Se observa el material bastante unido, aunque evidenciando lo observado en todas las cavidades en cuanto a la falta de material ya que no se realizó carga durante el proceso. Si bien se observa pérdida de volumen de la pieza en general, las escamas están fundidas entre sí, teniendo partes más homogéneas. El rango de temperaturas de la prueba se puede considerar alto para este material, del cual se tiene la referencia de trabajarlo a 140°C. Tiene un acabado con bastante brillo. Al desmoldar se encuentra una pieza con cierta flexibilidad, no es completamente rígida.



#### Cavidad 4 - PEAD 50% - Psi 50%

Aunque un tanto débil por la falta de material, se encuentra que los dos materiales se unen entre sí. De aspecto, parece predominar el comportamiento del PS en cuanto a la contracción de las escamas, no se ven zonas tan fundidas como en la pieza de PEAD 100%. No se evalúa la flexibilidad por lo débil de la pieza.



## Cavidad 5 - PPI 100%

Se observa una pieza poco homogénea, con zonas más fundidas que otras. Predomina un acabado muy opaco y los colores se difuminan. La pieza queda muy débil producto de la falta de material inicial, y a que durante el proceso se perdió algo de material que quedó adherido al teflón en una de las revisiones. No se evalúa la flexibilidad por lo débil de la pieza. A diferencia de las piezas anteriores, se observa material más fluido, incluso bien fundido a ambos lados de la pieza.



## Cavidad 6 - P*S*i 100%

Se repite el P*S*i en esta cavidad. El aspecto es idéntico a lo observado en la cavidad 1. Esto permite confirmar que no hay diferencias en los resultados, en las distintas posiciones dentro del molde.



### Cavidad 7 - PSi 50% - PPI 50%

En esta pieza parece predominar el aspecto del PPI por sobre el PSi. Se observan zonas con material fundido pero la pieza no es homogénea, algunas partes se desgranan. El acabado es opaco. La pieza se parte al desmoldarla. No se evalúa la flexibilidad.



## Cavidad 8 - PEAD 50% - PPi 50%

A diferencia de la pieza combinada con PSi, en esta formulación con PPi no se encuentra unida. Si bien el PEAD se observa fundido, no sucede lo mismo con el PPi. Incluso se llegan a ver escamas del PPi casi sin haber sufrido distorsión por el calor. No se evalúa la flexibilidad por lo débil de la pieza



## Conclusiones

- Se evidencia la necesidad de agregar material para obtener piezas mas compactas y de mayor espesor, que logren llenar la cavidad.
- A pesar de no tener un control exacto sobre la temperatura, se pudo observar que en el rango de 140 a 170°C, la mayoría de los materiales logran fundirse. Las que presentan mayor dificultad son las que contienen PP o PPI, es posible que necesiten mayor temperatura, o más tiempo de calentamiento.
- En general las escamas tienden a contraerse, y al no existir la posibilidad de aplicar presión directo sobre el material, las piezas no logran una consistencia adecuada.
- En la mayoría de las piezas, se observa el material con una textura bien lisa y copiando bien la trama del teflón, en la parte de abajo del molde. Mientras tanto en la parte superior es mas notoria una textura abultada, con el efecto del calor sobre las escamas muy presente. Es posible que esto se resuelva girando el molde y compactando las piezas.
- Por primera vez se mezclan materiales, con un resultado satisfactorio. Se pudo observar que distintos materiales al menos se unen y conforman una pieza. Resta verificar como se comportan las mezclas cuando se aumenten las cantidades de material, y con la influencia de la presión.
- En cuanto al proceso, se valida el uso del molde ya que el resultado fue el esperado, en relación a la obtención de varias muestras bajo las mismas condiciones.
- Se repiten algunas características observadas en los materiales ya trabajados en la etapa de pruebas preliminares.

## Prueba 2

### Descripción

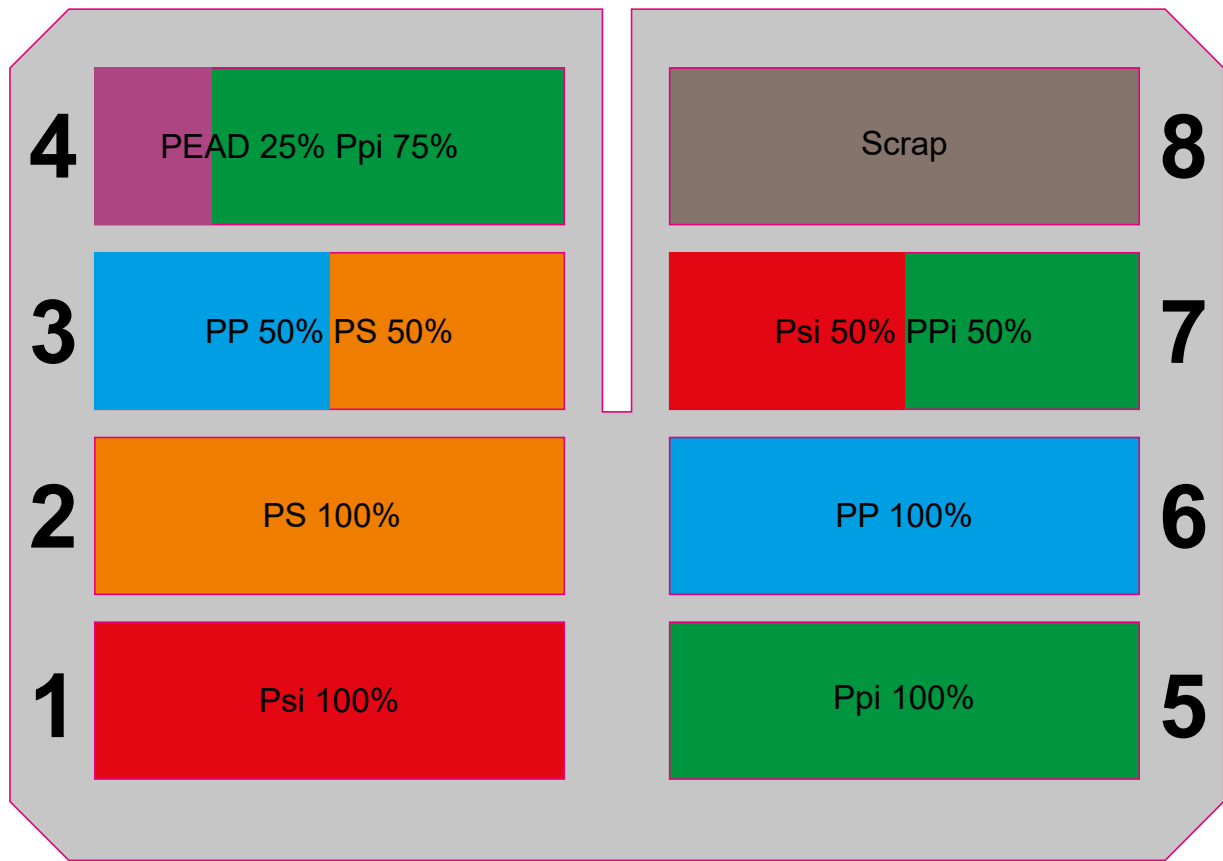
Para la prueba 2, se repiten algunas formulaciones de la prueba 1, teniendo en cuenta lo observado como puntos a corregir de la prueba anterior:

- Se carga mayor cantidad de material inicialmente para obtener piezas mas consistentes.
- Se eleva la temperatura máxima de la prueba a 180°C
- Se recarga material durante las revisiones en el caso que la pieza lo requiera.
- Se compacta manualmente la pieza

A su vez se incorpora una formulación con una proporción 3 a 1 (cavidad 4).

Se realiza una prueba en la cavidad 8, con restos de PP y PS resultantes de pruebas anteriores, y de barrido (scrap), para verificar como influye el hecho de que el material ya haya sido procesado con anterioridad.





## Parámetros

- Tiempo: 40 minutos
- Temperatura: 160 a 180°C
- Se recarga material en la segunda revisión
- Se gira el molde
- Se compacta el material

## Revisiones

- 10 minutos: no se levanta el teflón para evitar que el material que aún no está fundido, se separe de la mezcla. Ya se observa una leve disminución del volumen en las cavidades. Se compacta el material para dejar espacio a una posible recarga en la próxima revisión.
- 20 minutos: los materiales comienzan a verse fundidos, y reducidos en su volumen. Se recargan con material todas las cavidades, rellenando con cuidado de no contaminar las piezas próximas a la cavidad.
- 30 minutos: se compacta el material y se realiza el giro del molde, previa revisión de que no existe material suelto para evitar desprendimiento.
- 40 minutos se finaliza la prueba., se retira el molde de las placas y se deja enfriar a temperatura ambiente.

## Resultados

En general se reflejan en los resultados obtenidos, las correcciones realizadas con respecto a la prueba 1. La mayoría de las piezas se observan mejor conformadas, mas compactas y parejas en la distribución del material. Se puede ver que el teflón se arruga copiando la textura de las piezas, en las cavidades que contienen PP y PPI. Mientras tanto, en las piezas de PS y PSi, el teflón se encuentra completamente liso.



Arrugas en cavidades de PP y PPI



Acabado liso en cavidades de PS y PSi

## Cavidad 1 - PSi 100%

Se observa un acabado muy liso y brillante en la cara que queda hacia abajo al finalizar la prueba, en esta cara incluso puede notarse como el material copia la textura del teflón. Mientras tanto la parte superior presenta una superficie irregular con presencia de escamas que están fundidas pero no lo suficiente para formar un acabado liso. La pieza es poco flexible.



## Cavidad 2 - PS 100%

El resultado obtenido es idéntico al observado en la cavidad 1, se puede afirmar que no existen diferencias en esta etapa entre el material impreso y el sin impresión.



### Cavidad 3 - PP 50% - PS 50%

Ambos materiales se unen en una pieza bien conformada. Al igual que en las cavidades 1 y 2, la cara que queda hacia abajo al finalizar la prueba presenta un aspecto mas parejo, con mayor cantidad de material fundido, mientras que la cara superior tiene una textura mas despareja, con zonas menos fundidas que otras. La superficie tiene protuberancias, no es completamente plana. La pieza es poco flexible.



#### Cavidad 4 - PEAD 25% - PPI 75%

En la cara inferior donde el material está más fundido, predomina una superficie irregular y el material parece esparcirse bastante, como si tomara cierta fluidez. No se diferencia entre un material y el otro, por más que el PEAD se encuentra en menor proporción, se encuentran bien amalgamados. En la otra cara se observa material que parece no haberse llegado a fundir. Incluso pueden verse escamas que conservan la impresión



## Cavidad 5 - PPI 100%

En la cara inferior, se nota el material bien fundido, con un acabado semi opaco y una superficie muy irregular, ondulada. Los colores tienden a perder intensidad. El material da la impresión de haber fluido dentro del molde por como se ve la distribución de los colores. En la cara superior, el material también se encuentra fundido, con una superficie más pareja, menos ondulada, aunque aún se reconoce la forma de las escamas no tan fusionadas. La pieza tiene cierta flexibilidad.



## Cavidad 6 - PP 100%

Se repiten algunas características observadas en la pieza anterior, superficie rugosa en la cara inferior, algo mas lisa en la superior. La pieza tiene un acabado un poco más brillante . Se pierde algo de material hacia los bordes debido a que algunas escamas que no estaban completamente unidas, se desprenden a girar el molde. La pieza aparenta un poco débil producto de la falta de material antes mencionada.





### Cavidad 7 - PSi 50% - PPi 50%

En esta pieza, se observa un equilibrio entre los dos materiales, con características notorias de ambos. En cuanto al acabado es mas brillante, característica predominante de las piezas de PS, pero la superficie presenta las ondulaciones propias de las piezas de PP. El material está bien amalgamado, el PP no fluye tanto como lo observado en las piezas puras de PP, da la impresión que el PS lo contiene. En ambas caras el material está bien fundido. La pieza tiene cierta flexibilidad.



## Cavidad 8 - SCRAP

Para esta pieza se utilizaron partes y restos que se desprendieron en ensayos anteriores. Mayormente esta compuesta por PS y PP, ambos sin impresión, y con diversidad de tamaños de las escamas. Se obtiene una pieza muy rígida, se observa buen fundido en ambas caras pero con mayor incidencia del calor en la cara inferior como lo visto en todas las piezas anteriores. Se pueden diferenciar claramente las partes donde hay PP sobre el centro de la pieza. Las partes grandes de PS que estaban sobre un extremo, se funden sin dificultad. El acabado es brillante ya que predomina el PS.



## Conclusiones

- En general se observa una mejora en las piezas logradas. Éstas son más compactas, y al menos en una de sus caras se logran texturas más definidas.
  - Las variables manejadas en este ensayo, arrojan resultados notorios:
    - El aumento de la cantidad de material: se traduce en piezas mejor conformadas, sin espacios entre las escamas, distinto a lo observado en algunas piezas de la prueba 1.
    - El aumento de temperatura, colaboró a una mejor fusión de los materiales, ya no se desprende tanto material de las piezas terminadas.
    - La compresión aplicada en las revisiones, también favorece a una pieza mejor conformada. De todas formas parece insuficiente como para empujar y distribuir todo el material hacia los bordes del molde. Se observa - en mayor medida en las piezas que contienen PS - que los bordes están desparejos, no alcanzan a tomar copia la forma del molde.
    - En cuanto al giro del molde, dados los resultados observados y las diferencias entre una cara y otra, es posible que sea necesario realizarlo antes en el tiempo si el material lo permite. De lo contrario, hacer un segundo giro antes de finalizar el calentamiento para lograr que en ambas caras se logre tener una textura más pareja.
  - Se comprueba la viabilidad de las mezclas de materiales. Todas las mezclas realizadas en este ensayo dan como resultado muestras bien conformadas.
  - Se comprueban aspectos ya observados en cuanto a la irregularidad de las piezas de PP al enfriar, y el acabado más liso de las piezas de PS. El PS no se torna irregular al enfriarse, mientras que el PP sí, lo que probablemente se pueda mitigar haciendo un enfriado presado (no disponible en esta etapa).
  - El material ya procesado (scrap) se puede volver a utilizar para realizar otra pieza.
-

## Prueba 3

### Descripción

Para la prueba 3, sólo se utilizan materiales puros (PP, PPI, PS, PSi).

- Se aumenta considerablemente la temperatura y el tiempo del ensayo para observar el comportamiento de ambos materiales bajo esta condición. Se alcanzan los 246°C como temperatura máxima, mientras que la mínima es 208°C.

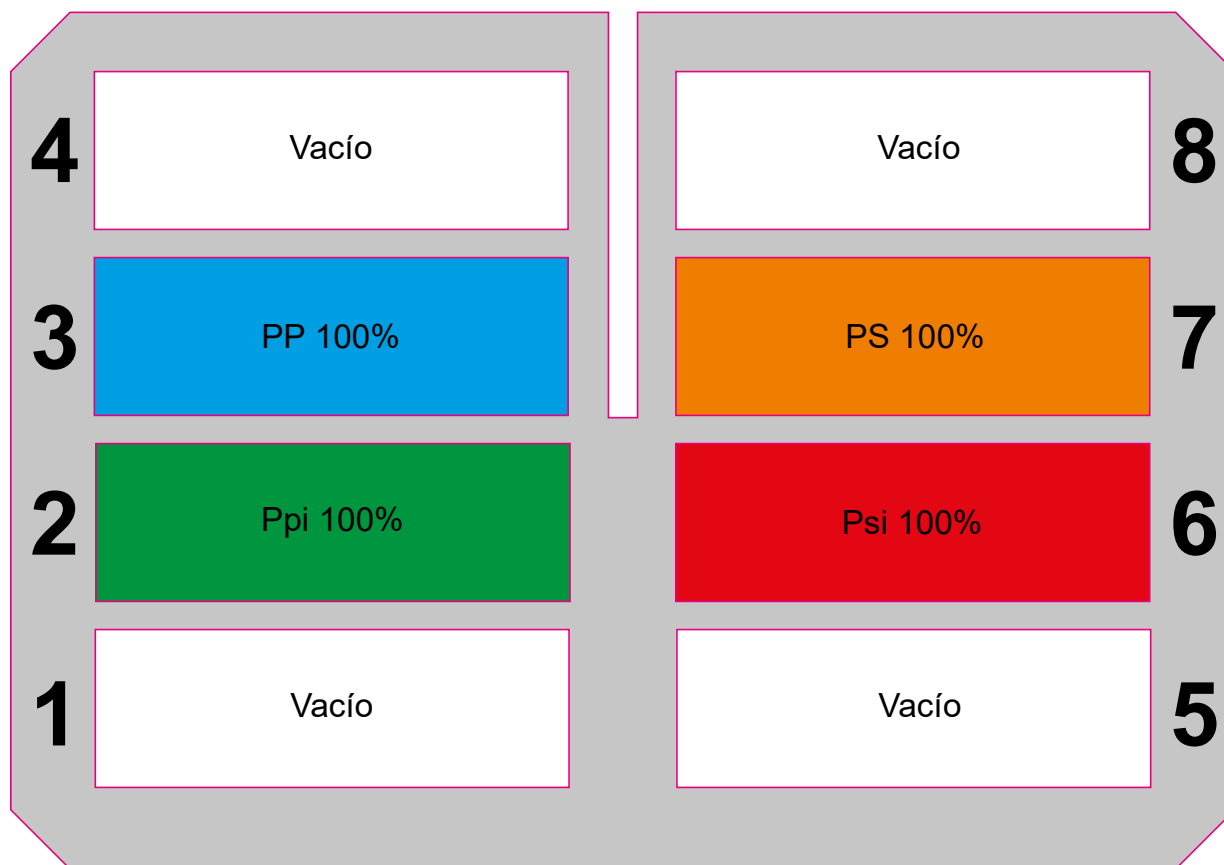
El tiempo total empleado en calentamiento son 75 minutos.

- En esta prueba también se trabaja con los niveles de regulación del grill, para intentar mejorar el control de la temperatura.

Se setea un nivel, hasta que el mismo alcanza la máxima temperatura (corte del termostato), se deja descender hasta que reactiva el calentamiento y se toman las temperaturas máximas y mínimas. Luego se aumenta al próximo nivel. Se realiza con los niveles 1, 2 y 3, simultáneamente en ambas resistencias (superior e inferior).

Nivel/Temperatura	T. Máxima (°C)	T. Mínima (°C)
1	240	208
2	246	210
3	233	221

### Materiales





### Parámetros

- Tiempo: 75 minutos
- Temperatura: 208°C a 246°C
- Se recarga material
- Se gira el molde
- Se compacta el material

### Revisiones

- Como se está trabajando con el control de la temperatura, no se realizan revisiones regladas cada 10 minutos, para evitar la pérdida de temperatura en la apertura. Se realiza la primera revisión a los 45 minutos, luego de alcanzar la temperatura máxima del nivel 3. Luego se mantiene una temperatura de 220°C hasta el final del ensayo.
- 45 minutos: el material está bien fundido en todas las cavidades. Se recarga material ya que se ve considerablemente disminuido el volumen inicial cargado.
- 60 minutos: se realiza el giro del molde
- 75 minutos: se finaliza el calentamiento y se deja enfriar a temperatura ambiente.

## Resultados

Lo más notorio al revisar las piezas, es que el material se escurre de las cavidades en ambas caras del molde, quedando el mismo entre el molde y los teflones. Esto implica que para desmoldar las piezas, se debe vencer una película de material por fuera del perímetro de la cavidad.

En el caso de las piezas de PS y PSi esto no genera ningún inconveniente ya que lo quebradizo del material, sumado al bajo espesor del material escurrido, hace que el sobrante se desprenda sin dificultad.

En el caso de las piezas de PP y PPI se dificulta un poco más, porque el material no se desprende con tanta facilidad. Incluso se observa que el material se logra escurrir entre las 2 partes del molde. Producto de estas dificultades, la pieza de PP se quiebra durante el desmoldado.



## Cavidad 2 - PPI 100%

Se obtiene una pieza bien conformada, el material está completamente fundido en ambas caras, presentando similar acabado por encima y debajo. Se observa una superficie muy irregular, con protuberancias y levemente deprimida en una de sus caras. También se encuentra material que logró fluir entre medio de las partes del molde, dejando una rebaba al desmoldar. Sin embargo, aun se observan zonas cercanas a los bordes donde el material no alcanza a rellenar. La pieza es flexible.



### Cavidad 3 - PP 100%

Se encuentra una pieza muy similar a la resultante de la cavidad 2. La pieza se rompe al intentar desmoldarla.





## Cavidad 6 - PSi 100%

Se obtiene una pieza bien conformada, con alto brillo característico y superficie muy lisa en ambas caras de la pieza. Se logra ver como copia la textura del teflón. Se observa un oscurecimiento de los colores, se presume por la exposición a la alta temperatura. Aun se observan zonas cercanas a los bordes donde el material no alcanza a rellenar. La pieza es muy rígida, apenas se flexiona.



## Cavidad 7 - PS 100%

El resultado es similar a lo observado en la cavidad 6. También presenta una coloración más oscura en relación a pruebas anteriores de este material.



## Conclusiones

- Se nota en todas las muestras la influencia de la alta temperatura y el tiempo de exposición:

- En las piezas de PP y PPI observa una mayor fluidez del material, escurriéndose por fuera del molde y entre las 2 partes del mismo. Ese material que se escapa del molde, reduce el volumen de la pieza final, y genera una depresión en la parte superior de la muestra.

- Si bien este efecto se ve en todas las cavidades, se manifiesta en mayor medida en las piezas de PP y PPI, ya que en las de PS y PPSi, no queda la rebaba de material entre las partes del moldes.

- En las piezas de PS y PPSi, lo mas notorio es un oscurecimiento de las piezas.

---

## Prueba 4

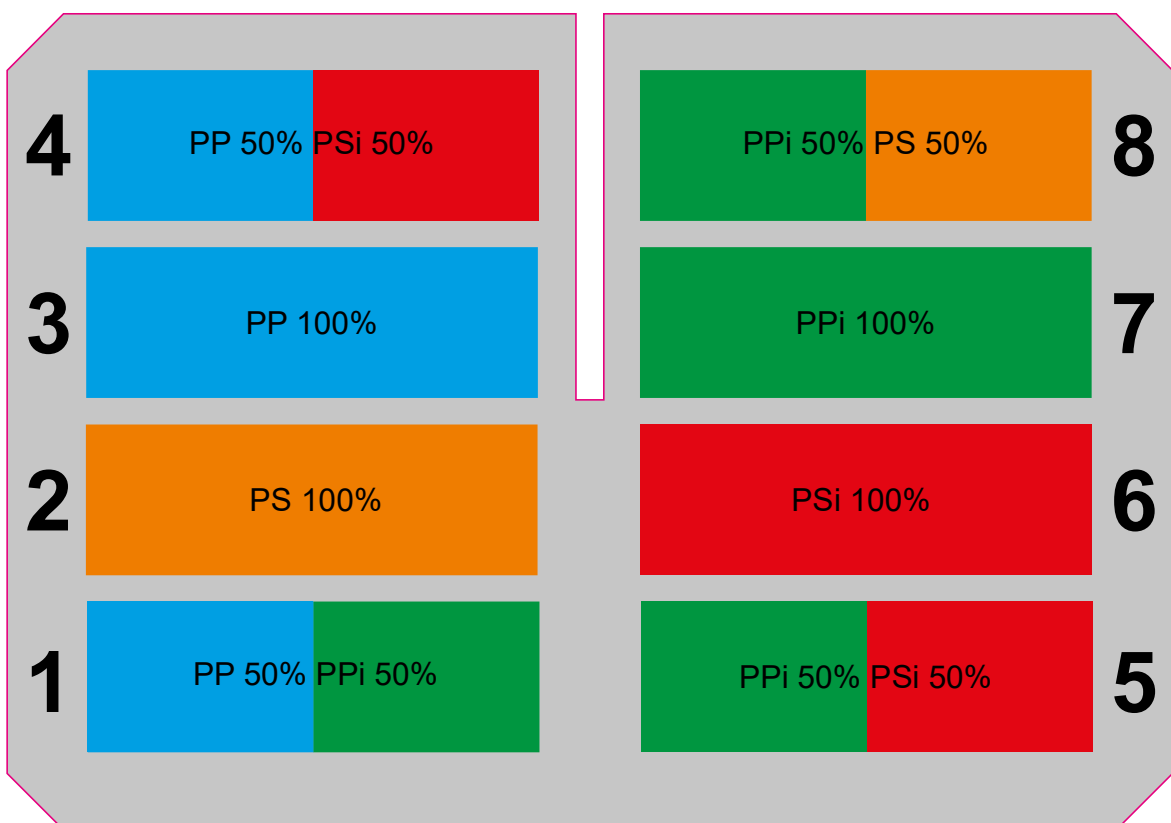
### Descripción

Para esta prueba, se aumenta el tiempo de calentamiento a 90 minutos, pero se disminuye la temperatura a un rango de 135°C a 170°C. También se extienden los intervalos de revisión y recarga de material, sólo se realiza una revisión a los 45 minutos.

Se realizan 4 muestras de los materiales puros: PS; PSi; PP; PPi para poder analizar comparativamente y tener una referencia respecto a pruebas anteriores.

En las otras 4 cavidades se realizan mezclas, algunas ya ensayadas previamente (PPi 50% PSi 50%), y otras que no habían sido probadas. Éstas involucran las variantes impreso/sin impresión, ya que en términos generales las mezclas de PP y PS ya han sido realizadas.

### Materiales





### Parámetros

- Tiempo: 90 minutos
- Temperatura: 135°C a 170°C
- Se recarga material a los 45 minutos
- Se gira el molde
- Se compacta el material

### Revisiones

- La primera revisión se realiza a los 45 minutos. Se encuentra mucho material adherido al teflón, y muchos espacios vacíos por la contracción. Se gira el molde y se recarga material.
- Se calienta durante 45 minutos más, levantando la tapa para compactar el material cada 10 - 15 minutos.
- Se finaliza el calentamiento.

## Resultados

En la primer revisión se observa una gran cantidad de material adherido a los teflo-nes, y la presencia de muchos “hilos”. Esto no se había observado en esa magnitud en las pruebas anteriores. Se observa en mayor medida en las piezas que contienen PP y/o PPI.



Al finalizar la prueba, se observa abundante desprendimiento de material aun sin fundir. Da la sensación que el material agregado en la revisión de los 45 minutos, no llegó a unirse con el material que ya estaba cargado en el molde.



Es llamativo que a pesar del tiempo extendido de calentamiento, gran parte del material no se haya logrado fundir.

En cuanto a las piezas, en general los resultados obtenidos no son buenos. No se logran piezas bien conformadas.

En algunas piezas, se observa contaminación de material de otras cavidades. Esto puede atribuirse al material que quedo pegado al teflón y se pudo haber desprendido durante alguna revisión.

### **Cavidad 1 - PP50% - PPI 50%**

La pieza de esta cavidad es descartada por que se desprendió gran cantidad de material, y no quedó bien formada.

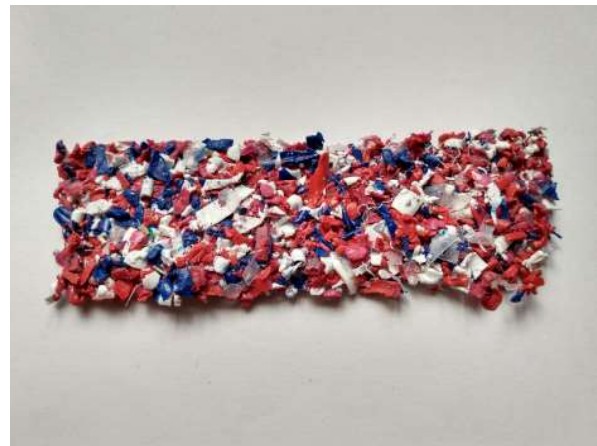
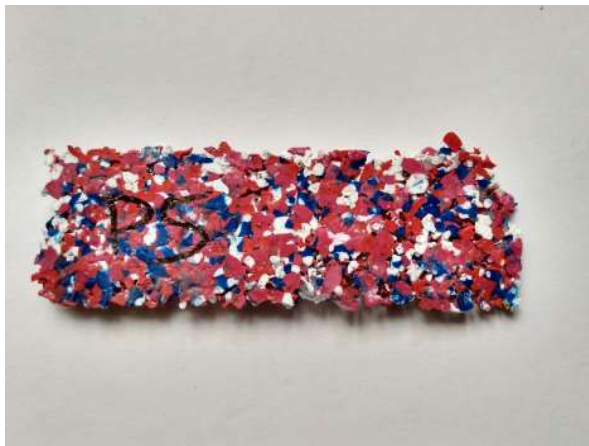
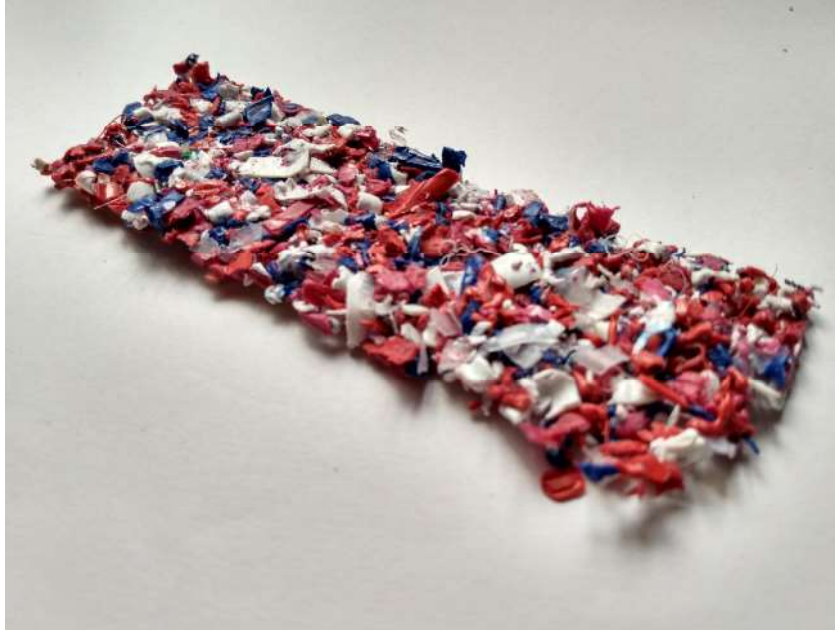
### **Cavidad 2 - PS 100%**

Resulta de las piezas más sólidas de todo el ensayo, pero los bordes se desgranaban con facilidad. No se logra una textura plana, sino que a pesar de tener buena cantidad de material, quedan espacios sin que el mismo logre rellenar. Se encuentra contaminación (PP de la cavidad 3) en una de las caras.



### Cavidad 3 - PP 100%

La pieza resultante es muy delgada y débil. Se observa que el material de una de las caras (el material agregado) no logra fundirse, una parte del material se pierde al desmoldar la pieza. También se logran observar algunos de los hilos que se generaron al levantar el teflón con el material pegado.





#### Cavidad 4 - PP 50% - PSi 50%

Al igual que la pieza de la cavidad 3, de uno de los lados el material se encuentra mas fundido, mientras del lado que está el material agregado, están mas visibles las escamas muy poco deformadas por el calor. A diferencia de la pieza anterior, ésta no desprende tanto material. Se presume que el PS logra amalgamar mejor la pieza ya que se encuentra algo más fundido que el PP.



### Cavidad 5 - PPI 50% - PSi 50%

A pesar de que el acabado no es liso como el obtenido en otras pruebas, se encuentra una pieza medianamente bien conformada. Aun se observa que el material no está completamente fundido. El resultado es muy similar en ambas caras de la pieza.



**Cavidad 6 - PSi 100%**

Aplican los mismos comentarios que para la cavidad 5.



## Cavidad 7 - PPI 100%

Una parte de la pieza se pierde al desmoldarla. La pieza es poco homogénea, en una de las caras tiene partes donde el material está mas fundido que otras, mientras que la otra tiene gran parte del material fundido.



### Cavidad 8 - PPi 50% - PS 50%

Igual que en la cavidad 7, se pierde una porción de la pieza al desmoldarla, aunque la pieza combinada con PS está mejor conformada. Nuevamente, similar a lo que se observó en la cavidad 4, el PS logro fundirse mejor que el PPi, y le dio algo de robustez a la pieza. El acabado no es homogéneo, se encuentran partes mas fundidas que otras.



## Conclusiones

- Por los resultados obtenidos en esta prueba, no es suficiente aumentar el tiempo de exposición, si no se acompaña con una temperatura adecuada. Quedó demostrado en pruebas anteriores que en menor tiempo y con mayor temperatura se obtienen mejores resultados.
  - Las piezas que contienen PS/PSi, tienen una mejor cohesión. Éstas no desprenden tanto material.
  - En las piezas que contienen PP/PPi, hay una tendencia del material a fluír. Las piezas presentan una textura mas plana y lisa en la cara inferior de la pieza.
  - La compresión en la primera parte del calentamiento, es importante para ir reduciendo el volumen del material y dejar lugar al material a agregar en el molde. De esta manera en otras pruebas se han logrado piezas mas compactas, mejor conformadas. En este caso la compresión se realizó ya avanzada la segunda mitad del calentamiento, y el material que fue agregado no logró unirse al que ya estaba en el molde.
-

# Conclusiones Etapa 2

## Proceso

En esta etapa se tiene un primer acercamiento al trabajo de taller en el paso previo de triturado de material, y es la primera instancia donde se utilizan herramientas y maquinaria específicas para el proceso.

El manejo de estas herramientas implica tomar ciertas precauciones ya que revisten ciertos riesgos, a pesar de ser maquinaria relativamente liviana.

Comienza a tomar relevancia la importancia del cuidado del material a trabajar. El orden, la limpieza para evitar contaminaciones, así como la correcta identificación de los materiales son importantes para llevar a cabo un proceso ordenado.

Por el volumen de ensayos realizados y muestras obtenidas, un buen registro del proceso es fundamental para poder realizar ajustes, comparar distintas pruebas, contrastar los resultados de acuerdo a las variables introducidas.

Todo lo anterior, sirve de experiencia para la etapa 3, donde se realizara íntegramente trabajo de taller, y se intentará trasladar lo recogido en la etapa 2 para confirmar los resultados.

En cuanto a los ensayos realizados a nivel de laboratorio, se puede concluir que se pudo implementar con éxito el método desarrollado y las herramientas elegidas. Se logra un basto muestrario de materiales en distintas condiciones, y se amplía el conocimiento del comportamiento del material a medida que se modifican las variables.

## Materiales

Se comprueban y confirman los aspectos mas relevantes en cuanto al comportamiento de los distintos materiales.

A grandes rasgos, se puede concluir:

- No hay diferencia aparente en el trato de los materiales impresos, y los materiales sin impresión. Tanto en PS como en PP bajo las mismas condiciones, los resultados obtenidos son idénticos. De todas formas se los seguirá diferenciando (ej. PS/PSi) en la etapa 3, porque los colores son diferentes.
- El PS necesita menores temperaturas para que el material se comience a fundir y las escamas se empiecen a unir. En el orden de los 140° a 170° ya se puede obtener una pieza con cierta consistencia en 20 o 30 minutos de calentamiento. Mientras tanto en el PP en ese rango de temperaturas, las escamas no logran fundirse y queda mucho material suelto.
- En contraposición con lo anterior, el PP necesita mayores temperaturas para comenzar a fundirse y formar la pieza (170° a 190°). Sin embargo, al fundirse el PP comienza a fluir, en ocasiones esto hace que el material se escurra por partes del molde.
- El PS soporta el rango de temperaturas de trabajo del PP.
- En esta etapa también se incluyó el PE como material de referencia, del cuál ya se conocía su resultado por lo relevado en los antecedentes. Se comprueba que es un material muy estable, en el orden de los 140° - 150° se lo puede trabajar y se logran piezas muy bien conformadas.

- Se comprueba que a priori, en piezas pequeñas es viable mezclar materiales.

- En cuanto al acabado de las piezas, se confirman las primeras observaciones realizadas en la etapa 1:

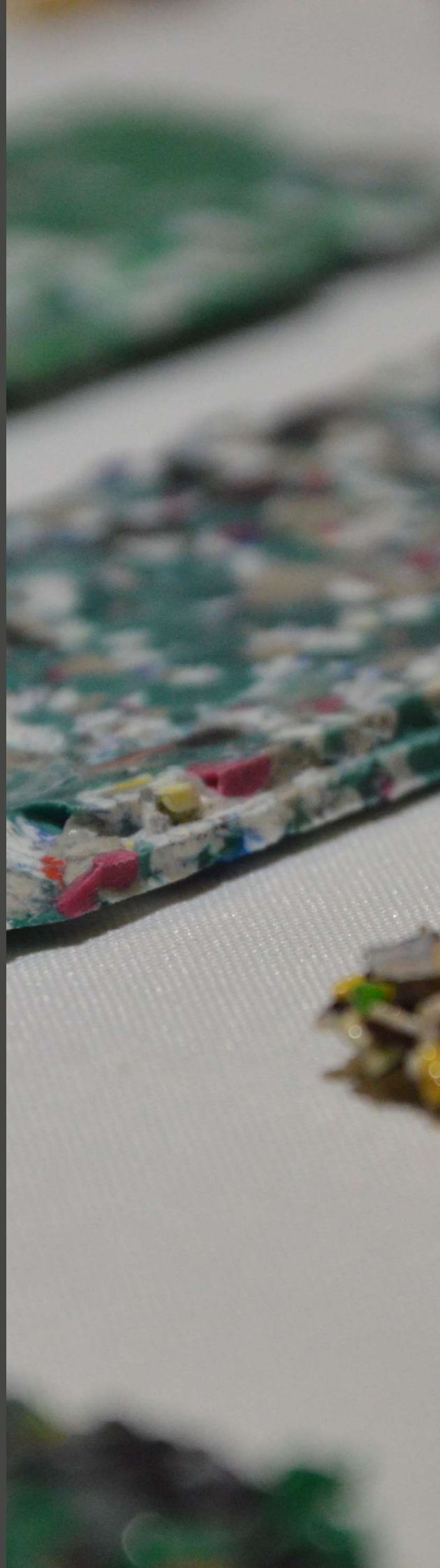
- El PS tiene un acabado liso, de alto brillo. No se generan protuberancias al enfriarse a temperatura ambiente. Las piezas son rígidas, no son flexibles y tienden a ser quebradizas en zonas de bajo espesor.

- El PP tiene un acabado bastante más opaco que el PS. La mayoría de las piezas presentan una superficie irregular, abultada al enfriarse. Es más flexible que el PS.

- La presión es fundamental para lograr piezas bien conformadas. Las piezas resultantes de los ensayos en los que no se realizó compresión de las cavidades, no logran rellenar los espacios del molde, quedan con huecos entre las partículas, son débiles.

- A priori, se puede decir que no es necesario trabajar con valores exactos de temperatura de proceso. Es posible sacar conclusiones bastante claras trabajando con rangos, por ejemplo 140°C a 170°C

Es esperable, que en la etapa 3 donde se trabajará a una escala mayor, se puedan comprobar la mayoría de los puntos anteriores, así como mejorar aspectos que no se pudieron poner en práctica en la etapa de laboratorio.







Piezas resultantes de la etapa 2

## ETAPA 3 - PRUEBAS EN TALLER

### DESCRIPCIÓN

Las pruebas de esta etapa se realizan en el taller de La Fabrica, utilizando prensas de sublimación para realizar el calentamiento. Se trabaja con el material previamente triturado en la etapa 2, y también con material cedido por el taller (PEAD).

### OBJETIVOS

- Comprobar los resultados obtenidos en la fase de laboratorio
- Generar muestras de mayor tamaño
- Selección de piezas para ensayos comparativos.

### PROCESO

En esta etapa, el calentamiento del material se realiza en prensas sublimadoras. Éstas son utilizadas por La Fábrica y otros talleres para la producción de placas de reciclado.

Ventajas de este proceso:

La presión que se puede aplicar al material mientras se está calentando, lo que se traduce en piezas muy bien conformadas ya que todo el material se funde mientras se comprime.

La función de prensa, también posibilita realizar enfriado prensado, ya sea en la misma prensa que se calienta, como pasando a otra prensa en desuso (fría).

A diferencia del calentamiento en la etapa de laboratorio, estas prensas sólo tienen resistencia en la parte inferior.

Se tiene un control total de la temperatura, se fija un parámetro y el artefacto lo mantiene prácticamente sin variación.

Se puede setear una alarma sonora, la misma sirve para realizar las revisiones o para determinar el tiempo total del ensayo



Al momento de la realización de los ensayos, el taller cuenta con 3 prensas operativas. Dos de éstas tienen una superficie útil de calentamiento de 60 cm x 40 cm, y la tercera de 40 cm x 40 cm. Existe una cuarta prensa, que no está siendo utilizada para realizar placas, pero en ocasiones se utiliza para dejar enfriando piezas prensadas, y así liberar las otras para calentamiento.

### Partes de la prensa sublimadora



Toda la superficie las prensas está cubierta por tela de teflón. Se trata del mismo material utilizado en la fase de laboratorio.



## Procedimiento

### Preparación del material

Los materiales deben estar previamente identificados y en contenedores cerrados. Esto es para evitar contaminaciones, no solo entre las muestras de los ensayos, sino en el taller ya que de momento sólo se trabaja con PEAD. Ésto colabora con el orden y la limpieza necesarios para el proceso en taller.



Para el caso de las piezas que son realizadas con mezcla de materiales, se debe establecer una proporción, por lo que el material se pesa en una balanza para conocer qué cantidades se colocan de cada uno. En el caso de los materiales que son puros, no es necesario pesar el material, pero puede realizarse si se quiere medir la cantidad de material a utilizar.



Para el caso de las mezclas, si se quiere lograr una mezcla homogénea, se deben mezclar ambos materiales antes de colocarlos en la placa.

Si bien las placas están cubiertas por tela de teflón, para evitar que éstas se contaminen con otros materiales, se coloca otra capa de tela de teflón de 40cm x 60cm por encima de las existentes. Esto también facilita la manipulación de las piezas para girarlas o moverlas. Luego se puede esparcir con cuidado el material preparado sobre la placa.

Para lograr una pieza de buen tamaño (que aproveche la superficie de calentamiento de la prensa) y que ésta no se desborde de la placa de calentamiento, se sugiere colocar sobre el centro de la placa formando un montículo de 20cm x 20cm y unos 2 cm de altura.





Las medidas son orientativas, se debe tener en cuenta que los materiales se comportan diferente, y las condiciones del ensayo también influyen en el resultado final. Por ejemplo, para el caso del PP, siguiendo lo anterior podríamos obtener una pieza delgada de unos 35 o 40cm, ya que el material se esparce al calentarse. Sin embargo realizando el mismo procedimiento con PS, la pieza podría no superar los 30cm.

Una vez listo el material, se coloca la tela de teflón por encima del mismo.

### Encendido y seteo de parámetros

Por defecto, al encender la prensa, en el display aparecerá la temperatura real en el display rojo. En el display verde podemos ver la cuenta regresiva de los segundos del tiempo seteado, o en modo SET, los parámetros de tiempo o temperatura a configurar (puede variar según el modelo de prensa).



Display durante el calentamiento

## Modo SET (ajuste de parámetros)



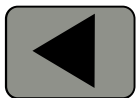
Presionar el botón SET para comenzar el seteo.



En el display verde aparecerá el valor de temperatura en °C.



Utilizar las flechas para aumentar/reducir el valor de acuerdo a lo establecido para el ensayo



Presionar la flecha para cambiar al seteo del tiempo



En el display verde aparecerá el valor de tiempo.



Utilizar las flechas para aumentar/reducir el valor de acuerdo a lo establecido para el ensayo. Setear 600 (segundos) para las revisiones cada 10 minutos.



Presionar el botón SET para salir del modo y comenzar el calentamiento. La cuenta regresiva comenzará al cerrar la prensa

## Cierre y ajuste de la presión

Para cerrar la prensa se utiliza la palanca, y se ajusta con la manivela la presión. Es conveniente ajustar primero la manivela y luego bajar la palanca para ver si la presión es suficiente o demasiada.



Si la presión no es la suficiente, la palanca ejercerá poca resistencia al bajarla. Se debe ajustar la manivela en sentido horario para aumentar la presión, e ir probando hasta sea necesario cierto esfuerzo para que la palanca quede trabada y las placas cerradas. No conviene exceder la presión para no forzar el equipo.

## Revisiones

Las revisiones se harán cada 10 minutos. Si el tiempo está seteado en 600 segundos, una alarma sonora indicará que es tiempo de la revisión.

Al abrir la prensa, la alarma se detendrá y volverá al valor inicial. La cuenta regresiva se reanuda al volver a cerrar la prensa.

En cada revisión se podrán ajustar o no variables, de acuerdo a los resultados parciales observados.

## Finalización y enfriado

Cuando se considere finalizado el ensayo, se debe apagar la prensa para que ésta no siga calentando.

En caso que el enfriado sea en la misma prensa, ésta se mantiene cerrada y la temperatura irá disminuyendo lentamente. Éste proceso puede llevar hasta 2 horas.

Si el enfriado fuera con otro método, abrir la prensa y retirar la pieza con los teflones.

## Precauciones

Aún cerrada, la prensa puede alcanzar altas temperaturas en su exterior. En las revisiones, o cada vez que se abra la prensa durante el calentamiento, se debe tener cuidado de no tocar las placas ya que éstas están a alta temperatura. De ser necesario manipular la pieza, es recomendable utilizar guantes de protección térmica, y hacerlo utilizando los teflones.

## Variables etapa 3 - Medibles

### Materiales

Son los mismos de la etapa 2.

PS - PSi - PP - PPI - PEAD

### Cantidad/Proporción

La cantidad de material se mide en gramos.



Las proporciones se miden en porcentaje. Se utiliza la balanza para establecer las cantidades de cada material.

## **Temperatura**

La temperatura se medirá en grados Celsius.

En esta etapa, la temperatura puede ser controlada con exactitud.

## **Tiempo**

Se tomará el valor en segundos para el seteo en máquina. Se expresará en minutos en las fichas de ensayo.

## **No medibles**

### **Presión**

La presión se regula enroscando o desenroscando la manivela, pero ésta no cuenta con una graduación, por lo que no es posible establecer un valor.

Durante el transcurso del ensayo, a medida que la pieza se va calentando y perdiendo volumen, la presión se puede ir ajustando para que la pieza cuente siempre con una presión acompañando el calentamiento.

Como referencia para el transcurso del ensayo, se establece una escala de nivel de 1 a 3, siendo 1 la presión inicial, 2 un ajuste intermedio, y 3 un ajuste final.

### **Giro de la pieza**

Durante las revisiones, y de acuerdo a como transcurre el ensayo se puede tomar la decisión de girar la pieza para que el calentamiento afecte ambas caras de la misma.

### **Enfriado**

Se utilizarán 3 métodos de enfriado.

1. Lento: se corta el calentamiento y se deja la pieza en la misma prensa para un descenso lento de la temperatura.
2. Intermedio: Se retira de la prensa de calentamiento y se pasa a otra prensa (que no está caliente).
3. Rápido: se retira la pieza y se sumerge en una cuba con agua fría.

## Granulometría

Hace referencia al tipo de triturado del material utilizado.

Fino: es material que pasó por ambas trituradoras (tipo *shredder* y tipo molino). La mayoría de los ensayos son realizados con este material.

Grueso: es material que sólo pasó por la trituradora tipo *Shredder*.

---

## Fichas de ensayo

La Ficha de ensayo, es un documento que recopila toda la información necesaria del proceso de cada prueba realizada. Sirve para conocer las variables introducidas durante el proceso y su impacto en los resultados obtenidos.

Código de ensayo: Se codifica según el material, la proporción y el número de ensayo de ese material o mezcla.

Ej. para materiales simples:

**PSi100\_01**

Material: PS impreso  
Proporción 100%  
Ensayo 01

Ej. para materiales mezclados:

**PP70\_PS30\_01**

Materiales: PP y PP  
Proporción: 70%PP y 30PS  
Ensayo 01

Materiales: Reúne toda la información necesaria sobre los materiales utilizados. Tipos, características, cantidades.

Proceso: Se detallan las variables de proceso. En qué condiciones se realiza el ensayo, la temperatura, o rangos de temperatura utilizados, el tiempo total del ensayo y la forma de enfriado. En "Otros" se detallan particularidades del proceso que se entiende tienen incidencia en el resultado final

Revisiones: Se describen todas las observaciones de cada revisión, y las acciones tomadas, para conocer lo acontecido en el transcurso de la prueba. Además, cuando hay cambios en alguno de los parámetros, permite conocer su impacto durante el proceso

Comentarios: Observaciones generales del proceso y/o el resultado. Se pueden incluir comparaciones con ensayos previos de los mismos materiales y/o características

Conclusiones: Breve descripción de los aspectos relevantes que arroja la prueba.

### FICHA DE ENSAYO

**MATERIALES**

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PSI	
COLORES	Varios	
GRANULOMETRÍA	Fino	
IMPRESO	Si	
ETIQUETADO	No	
MATERIAL ETIQUETA	-	
CANTIDAD	Inicial 47g	

**FOTOS**



**CÓDIGO**  
PSI 100\_01

**PROCESO**

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	140°C
TIEMPO TOTAL	50 minutos
ENFRIADO	A temperatura ambiente
OTROS	No se regula presión. Revisión cada 10 minutos

**REVISIONES**

- 1- se observa que se empieza a unir el material. Se continúa sin modificar nada.
- 2- al fundirse y contraerse el material, queda una capa muy delgada. Se divide en 2, se vuelve a colocar en la prensa y se agrega algo de material.
- 3- se observa que el material agregado ya está unido. se voltea la pieza
- 4- se revisa y se continúa sin modificar nada
- 5- se finaliza el proceso y se deja enfriar a temp. ambiente

**COMENTARIOS**

Inicialmente, junto con el PSI, se había colocado en la misma plancha PPI. Visto que se necesita mayor temperatura para unir el PP, y que el PS ya estaba unido en la segunda revisión, se cambia el PS a otra plancha para continuar el proceso a 140°C. El cambio de planchas no se toma como una variable para el proceso ya que se continúa en las mismas condiciones.

**CONCLUSIONES**

140°C aparenta ser una temperatura correcta y segura para trabajar el PS. No se observa liberación de humo ni olores. La coloración del material original se mantiene, a diferencia de pruebas realizadas a temp. mayores donde se comienza a apreciar un oscurecimiento del material. Los resultados en materia de aspecto visual, brillo y dureza no difieren de lo observado en las pruebas de laboratorio.

Fotos: se muestra en imágenes el proceso, se buscan las fotos que reflejen las características más importantes, como pueden ser las texturas, la distribución del material, y la pieza final.

# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PSi100\_01

## FOTOS

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PSi	
COLORES	Varios	
GRANULOMETRÍA	Fino	
IMPRESO	Si	
ETIQUETADO	No	
MATERIAL ETIQUETA	-	
CANTIDAD	Inicial 47g	

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	140°C
TIEMPO TOTAL	50 minutos
ENFRIADO	Lento
OTROS	Presion 1. Revisión cada 10 minutos

## REVISIONES

- 1- se observa que se empieza a unir el material. Se continua sin modificar nada.
- 2- al fundirse y contraerse el material, queda una capa muy delgada. Se divide en 2, se vuelve a colocar en la prensa y se agrega algo de material.
- 3- se observa que el material agregado ya está unido. se voltea la pieza
- 4- se revisa y se continua sin modificar nada
- 5- se finaliza el proceso y se deja enfriar en la misma prensa

## COMENTARIOS

Inicialmente, junto con el PSi, se había colocado en la misma plancha PPI. Visto que se necesita mayor temperatura para unir el PP, y que el PS ya estaba unido en la segunda revisión, se cambia el PS a otra plancha para continuar el proceso a 140°C. El cambio de planchas no se toma como una variable para el proceso ya que se continúa en las mismas condiciones.

## CONCLUSIONES

140°C aparenta ser una temperatura correcta y segura para trabajar el PS en esta etapa. No se observa liberación de humo ni olores. La coloración del material original se mantiene, a diferencia de pruebas realizadas a temp. mayores donde se comienza a apreciar un oscurecimiento del material. Los resultados en materia de aspecto visual, brillo y dureza no difieren de lo observado en las pruebas de laboratorio.



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PPi100\_01

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PPi	
COLORES	Varios	
GRANULOMETRÍA	Fino	
IMPRESO	Si	
ETIQUETADO	Si	
MATERIAL ETIQUETA	Inmold PP	
CANTIDAD	54g	

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	inicial 140°C - final 190°C
TIEMPO TOTAL	40 minutos
ENFRIADO	Lento
OTROS	Presión 2. Revisión cada 10 minutos

## REVISIONES

- 1- No se observa union del material.
- 2- El material aun no se une, se sube la temperatura a 160°
- 3- El material aun no se une, se sube la temperatura a 190°
- 4- El material se observa completamente fundido y esparcido. se detiene el proceso de calentamiento y se deja enfriando en plancha caliente para evitar contracción. se retira a las 24hs

## COMENTARIOS

inicialmente en la misma prensa se había colocado PSi, el cual debió retirarse para aumentar la temperatura del PPi.

## CONCLUSIONES

De la prueba resulta una lamina flexible de muy bajo espesor (0.4mm). A 190°C el material fluye demasiado generando un aspecto visual interesante en la distribución de los colores, pero perdiendo espesor. Las dimensiones finales de la pieza son 39x39 cm. Se planifica una nueva prueba a temperatura intermedia (entre 160 y 190°C) y con mayor cantidad de material para lograr espesor mayor. Se observa el efecto positivo del enfriado presado, dando una terminación plana y menos opaca, en comparación a lo logrado en la etapa de laboratorio

## FOTOS



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PPi50\_PSi50\_01

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PPi	PSi
COLORES	Varios	Varios
GRANULOMETRÍA	Fino	Fino
IMPRESO	Si	Si
ETIQUETADO	Si	No
MATERIAL ETIQUETA	Inmold PP	-
CANTIDAD	40g	40g

## FOTOS



## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	170°C
TIEMPO TOTAL	40 minutos
ENFRIADO	Lento
OTROS	Revisión cada 10 minutos

## REVISIONES

- 1- El material no está completamente unido
- 2- Se observa que el material está unido, se gira la pieza y se aumenta levemente la presión de la prensa a nivel 2
- 3- se observa buen aspecto, no se modifica nada
- 4- se observa el material completamente unido. se finaliza la aplicación de calor. Se deja enfriar prensado

## COMENTARIOS

Sin comentarios

## CONCLUSIONES

Comienza a observarse cierta consistencia en el proceso. Entre la segunda y la tercer revisión se observa la unión del material y se puede girar la pieza. Se confirma que ambos materiales se unen entre sí trabajándolos a una temperatura intermedia en relación a las temperaturas que se habían trabajado por separado anteriormente en las pruebas PPi 100\_01 y PSi 100\_01. A diferencia del PS, esta combinación con el PP requiere enfriado prensado porque la contracción del PP deforma toda la pieza ni bien comienza a enfriarse. La pieza final queda con cierta flexibilidad a pesar de ser un 50% PS.

# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PS 100\_02

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PSi	PS
COLORES	Varios	Natural (transparente)
GRANULOMETRÍA	Fino	Grueso (solo Shredder)
IMPRESO	Si	No
ETIQUETADO	No	No
MATERIAL ETIQUETA	-	-
CANTIDAD	50g	58g

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	Inicial:140°C - final: 160°C
TIEMPO TOTAL	50 minutos
ENFRIADO	Intermedio
OTROS	Se deja el centro de material natural y se rodea con material coloreado

## REVISIONES

- 1- No se realiza ninguna acción
- 2- Se observa que el triturado grande se contrae bastante, y la parte de color acompaña. Se agregan de ambos materiales y se aumenta la presión a nivel 2
- 3- El material transparente queda blanco y se contrae mucho. se aumenta la temperatura a 160°C y la presión a nivel 3.
- 4- Se nota una mejora en la distribución del material. se mantiene 160°C y se gira la pieza.
- 5- Se agrega material en zona puntual. Se observa menos contracción. Se retira para enfriar a otra prensa

## COMENTARIOS

Se obtiene una pieza rígida, característica del PS, con buena distribución y unión de los 2 materiales. Por el tamaño del triturado del material transparente, quedan algunos huecos en la transición entre los 2 materiales. Los bordes se desgranaban. En algunas zonas, queda el material transparente por encima del material coloreado dando una textura de profundidad.

## CONCLUSIONES

Con la incorporación del material natural (transparente) se logra un material traslucido, pero opaco. No se mantiene la cristalinidad original. El triturado grueso dificulta la distribución del material debido a que deja muchos espacios.

## FOTOS



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PP30\_PSi70\_01

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PP	PSi
COLORES	Varios	Varios
GRANULOMETRÍA	Fino	Fino
IMPRESO	No	Si
ETIQUETADO	No	No
MATERIAL ETIQUETA	-	-
CANTIDAD	30g	70g

## FOTOS



## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	170°C
TIEMPO TOTAL	50 minutos
ENFRIADO	Intermedio
OTROS	por demanda, se retira de la prensa en la que se calentó y se pasa a otra prensa para enfriar



## REVISIONES

- 1- Se aumenta presión a nivel 2, aun no se observa union del material
- 2- Se aumenta presión a nivel 3, aun no se observa union del material
- 3- No se realiza ninguna accion, no se observa union del material.
- 4- El material se ve unido, se gira la pieza
- 5- Se finaliza el calentamiento. Se pasa a otra prensa para enfriar.

## COMENTARIOS

De la prueba conjunta con PP70\_PSi30 resultan 2 piezas de tamaño muy similar entre si. Se observa una pieza poco flexible, de unos 2 a 3 mm de espesor. Sobre los bordes de la pieza, hay algo de material suelto que se retira facilmente con las manos. Predomina la característica de rigidez y de aspecto quebradizo del PS al intentar flexionarlo. Se observan diferentes texturas en cuanto a la distribución del material de un lado y del otro, probablemente esto responda a la cantidad de tiempo que estuvo expuesto al lado de la placa calefactora.

## CONCLUSIONES

La mezcla entre los 2 materiales es viable en proporción 70:30, con las características del material predominante, más presentes.





# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PP70\_PSi30\_01

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PP	PSi
COLORES	Varios	Varios
GRANULOMETRÍA	Fino	Fino
IMPRESO	No	Si
ETIQUETADO	No	No
MATERIAL ETIQUETA	-	-
CANTIDAD	70g	30g

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	170°C
TIEMPO TOTAL	50 minutos
ENFRIADO	Intermedio
OTROS	por demanda, se retira de la prensa en la que se calentó y se pasa a otra prensa para enfriar

## REVISIONES

- 1- Se aumenta presión a nivel 2, aun no se observa union del material
- 2- Se aumenta presión a nivel 3, aun no se observa union del material
- 3- No se realiza ninguna accion, no se observa union del material.
- 4- El material se ve unido, se gira la pieza
- 5- Se finaliza el calentamiento. Se pasa a otra prensa para enfriar.

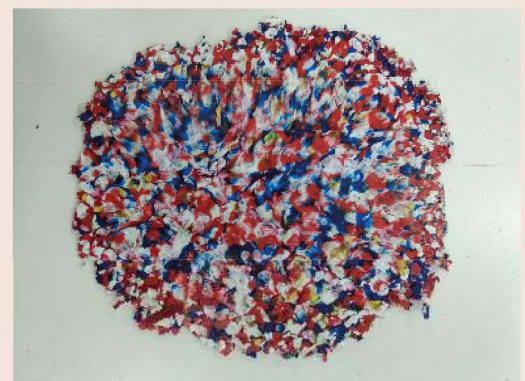
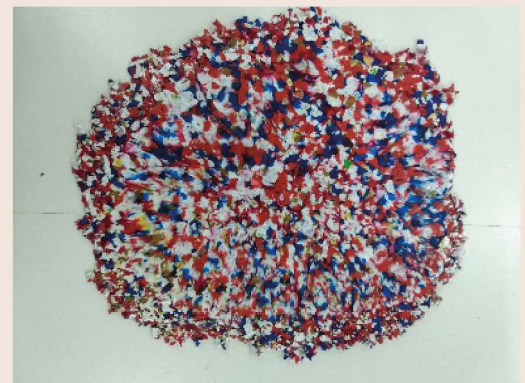
## COMENTARIOS

Dde la prueba conjunta con PP30\_PSi70 resultan 2 piezas de tamaño muy similar entre si. Se observa una pieza poco flexible, de unos 2 a 3 mm de espesor. El PP se expande menos producto de la temperatura 170°C. Se puede probar en 180-190°C. Sobre los bordes de la pieza, hay algo de material suelto que se retira facilmente con las manos.

## CONCLUSIONES

La mezcla entre los 2 materiales es viable en proporción 70:30

## FOTOS



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PP50\_PE50\_01

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PPi	PE
COLORES	Varios	Verde
GRANULOMETRÍA	Fino	Fino
IMPRESO	SI	No
ETIQUETADO	No	No
MATERIAL ETIQUETA	-	-
CANTIDAD	50g	50g

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	190°C
TIEMPO TOTAL	30 minutos
ENFRIADO	Intermedio
OTROS	Medidas iniciales 20x 15 aprox. medida final: 33x39 cm

## REVISIONES

- 1- Se aumenta la presión a nivel 2
- 2- Se observa buena union de los materiales, se gira la pieza, no se aumenta presion para evitar que fluya demasiado
- 3- se expande mucho. Ya aparenta estar bien unido todo el material. Se retira y se pasa a otra prensa fría (menos presion) para que no se siga expandiendo.
- 4- A los 20 minutos ya se puede retirar porque al ser tan fina se enfrió rápidamente

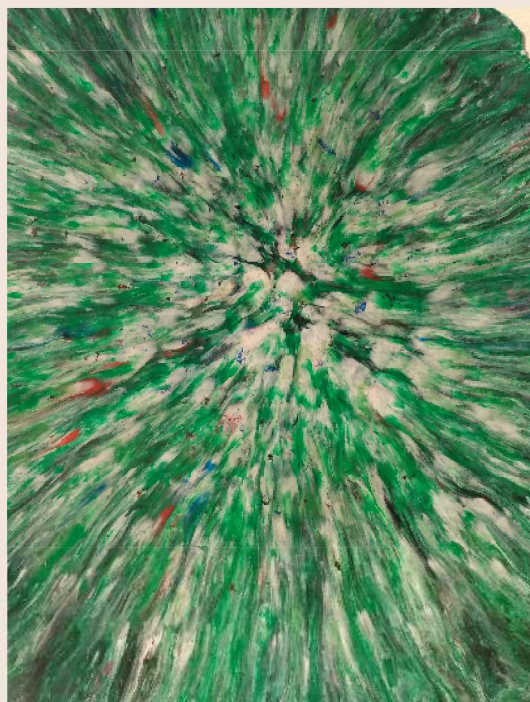
## COMENTARIOS

Se obtiene una pieza de espesor bajo debido a la expansion del material. La pieza es flexible y poco quebradiza. Se observa una expansion del centro hacia afuera, fluyendo mas sobre los bordes. Debido a la alta temperatura (190°) la pieza se funde rapidamente, siendo de los procesos mas cortos hasta ahora. El enfriado fue bastante mas rapido al pasarlo a una prensa fría, aunque se observa un arqueado. Se observa lo que aparenta una diferencia de densidades ya que el PP está hacia una cara de la pieza y el PE predomina en el otro. No se registra como se reparten.

## CONCLUSIONES

La mezcla de los materiales es viable en propoción 50:50.

## FOTOS



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PS50\_PE50\_01

## MATERIALES

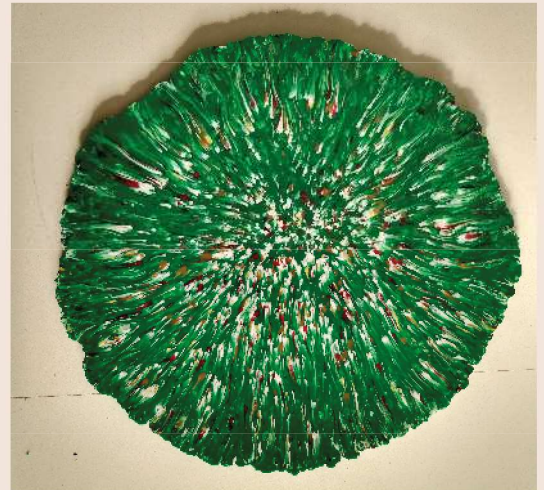
	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PSi	PE
COLORES	Varios	Verde
GRANULOMETRÍA	Fino	Fino
IMPRESO	SI	No
ETIQUETADO	No	No
MATERIAL ETIQUETA	-	-
CANTIDAD	50g	50g

## FOTOS



## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	170°C
TIEMPO TOTAL	30 minutos
ENFRIADO	Lento
OTROS	revisiones cada 10 min. Medidas iniciales 20x15cm aprox. Finales 29x28cm



## REVISIONES

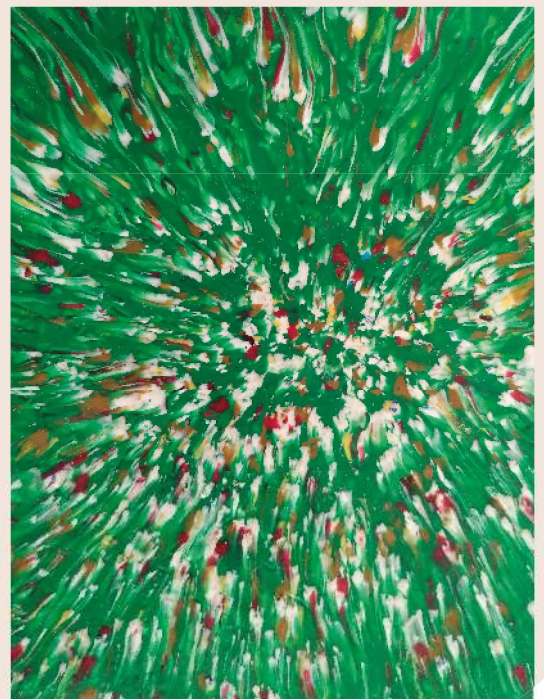
- 1- Se aumenta la presión a nivel 2
- 2- Se observa union del material aunque el PS parece menos fundido. Se gira la pieza y se ajusta la presión a nivel 3
- 3- Se ve completamente fundido se detiene el calentamiento. Se deja enfriar prensado

## COMENTARIOS

El material no se esparce tanto como la combinación con PP. medida final: 29x28 cm. Se obtiene una pieza con buen brillo, de buen espesor y buena rigidez.

## CONCLUSIONES

La mezcla de los materiales es viable en propoción 50:50.



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PP100\_02

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PPI	PP
COLORES	Varios	Varios
GRANULOMETRÍA	Fino	Fino
IMPRESO	Si	No
ETIQUETADO	Si	No
MATERIAL ETIQUETA	PP inmould	-
CANTIDAD	100g	100g

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	Inicial 170° - final:190°
TIEMPO TOTAL	70 minutos
ENFRIADO	Lento
OTROS	revisiones cada 10 min.

## REVISIONES

- 1- Se acomoda el material porque ya se expandió. se ajusta la presión a nivel 2
- 2- No se observa union del material. Se gira la pieza
- 3- Se aumenta la presión a nivel 3, no está completamente unido, sobretodo en los bordes, le cuesta más.
- 4- En los bordes y abajo, hay mucho material suelto todavía no se puede girar
- 5- dado que el material no se está uniendo completamente, subo la temp a 190°C
- 6- Se gira la pieza
- 7 - Fin calentamiento, se deja enfriar en prensa

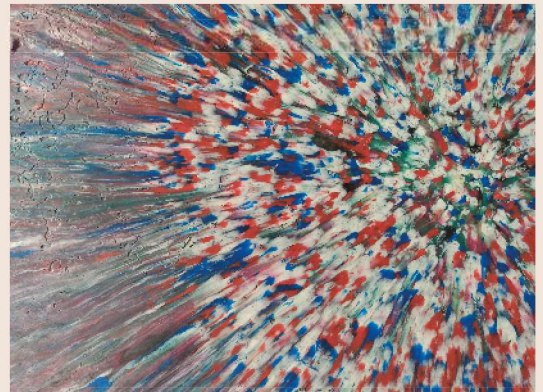
## COMENTARIOS

Se obtiene una pieza de gran tamaño, de 2 mm de espesor aproximadamente. la pieza tiene un acabado brillante. se nota material concentrado en el centro y más fluido hacia el borde exterior. La pieza se expande tanto que sobrepasa el límite de la prensa, resultando recta en una de sus lados.

## CONCLUSIONES

170°C no resulta temperatura suficiente, o necesita mucho más tiempo para unir el material. una vez que alcanza los 190°C el material toma mucha fluidez y se esparce rápidamente. el enfriado prensado en la misma prensa caliente sigue calentando la pieza y se sigue expandiendo.

## FOTOS



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PP100\_03

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PPi	
COLORES	Varios	
GRANULOMETRÍA	Fino	
IMPRESO	Si	
ETIQUETADO	Si	
MATERIAL ETIQUETA	PP inmould	
CANTIDAD	100g	

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	180°C
TIEMPO TOTAL	40 minutos
ENFRIADO	Intermedio
OTROS	Revisiones cada 10min. Medidas iniciales 20x15cm aprox.

## REVISIONES

- 1- Se aumenta la presión a nivel 2
- 2- Se gira la pieza aunque se desprende algo de material suelto. Aumento la presión a nivel 3.
- 3- Ya no hay material suelto, está todo completamente fundido. vuelvo a girar la pieza pero se vuelve a reducir la presión a 2 para mantener el espesor y que la pieza no se siga expandiendo
- 4- Se retira a otra prensa para enfriar

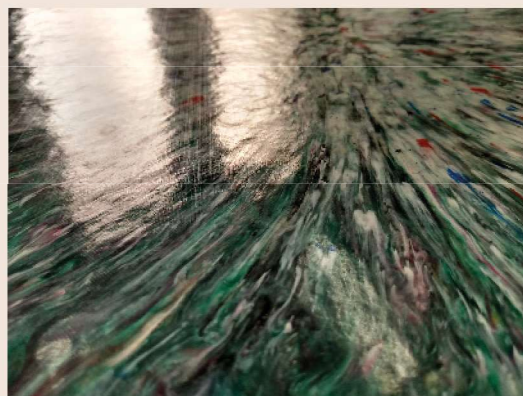
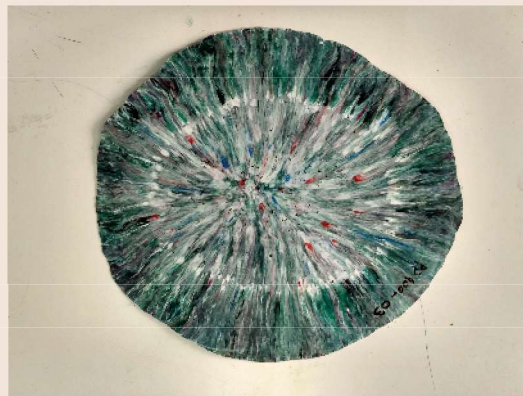
## COMENTARIOS

Se saca a otra prensa para enfriar para que no se siga calentando. se enfría rápido, unos 20-30 minutos y no se arquea ni se arruga demasiado. La pieza es grande, y de 1mm aprox de espesor en los bordes. medida final: 37x34cm

## CONCLUSIONES

Se utiliza una temperatura intermedia en relación a lo probado en el ensayo PP100\_02. El resultado es una pieza que se forma mucho más rápido, y se logra un espesor mayor al controlar la presión y la temperatura un poco más baja.

## FOTOS



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PS100\_03

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PS	PS
COLORES	Varios	Natural (transparente)
GRANULOMETRÍA	Fino	Grueso
IMPRESO	No	No
ETIQUETADO	No	No
MATERIAL ETIQUETA	-	-
CANTIDAD	A discreción	A discreción

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	170°C
TIEMPO TOTAL	50 minutos
ENFRIADO	Intermedio
OTROS	se coloca una capa de material coloreado y una capa de material natural por encima.

## REVISIONES

- 1- Aun hay material suelto, aumento presion a nivel 2
- 2- Se aumenta la presión a nivel 3.
- 3- Se gira la pieza, ya no hay material suelto
- 4- No se modifica nada
- 5- Se corta el calentamiento y se retira a una prensa fría.

## COMENTARIOS

La pieza se enfria rápidamente.  
En relación al ensayo PS100\_02, se repite el efecto de profundidad observado en el ensayo. Se comienza el ensayo con una temperatura más alta que el ensayo anterior. La distribución del material se realiza de manera que no queden huecos por la contracción.

## CONCLUSIONES

Se toman en cuenta las observaciones del ensayo PS100\_02, y se obtienen los resultados deseados. Las piezas de PS tienden a consumir más cantidad de material debido a que el material se contrae más que los otros probados.

## FOTOS



# FICHA DE ENSAYO

CÓDIGO  
PP100\_04

## MATERIALES

	MATERIAL 1	MATERIAL 2
MATERIAL	PP	
COLORES	Varios	
GRANULOMETRÍA	Fino	
IMPRESO	No	
ETIQUETADO	No	
MATERIAL ETIQUETA	-	-
CANTIDAD	100g	

## PROCESO

DESCRIPCIÓN	Sublimadora. Material esparcido sin molde
TEMPERATURA	inicial 170°C - final 185°C
TIEMPO TOTAL	40 minutos
ENFRIADO	Rápido
OTROS	Revisiones cada 10 minutos.

## REVISIONES

- 1- Se aumenta la presión a nivel 2, se eleva la temperatura a 180°C
- 2- El material de la cara inferior aún está suelto, se sube a 185°C
- 3- Se gira la pieza, aún con algunas partículas que se desprenden
- 4- El material se ve fundido, se retira y se sumerge en el agua.

## COMENTARIOS

Se sumerge la pieza con los teflones, ya que no es posible manipularla. La pieza se deforma al tocar el agua porque parte flota y otra se sumerge.

El resultado es una pieza que queda muy ondulada, no plana y mas bien opaca en términos de superficie. Además se observa que copia las imperfecciones del teflon (arrugas) al enfriarse rápidamente, cosa que no sucede con el enfriamiento prensado.

## CONCLUSIONES

No se obtiene un buen resultado si se busca una placa plana y lisa. La pieza se puede re utilizar para otro ensayo.

## FOTOS

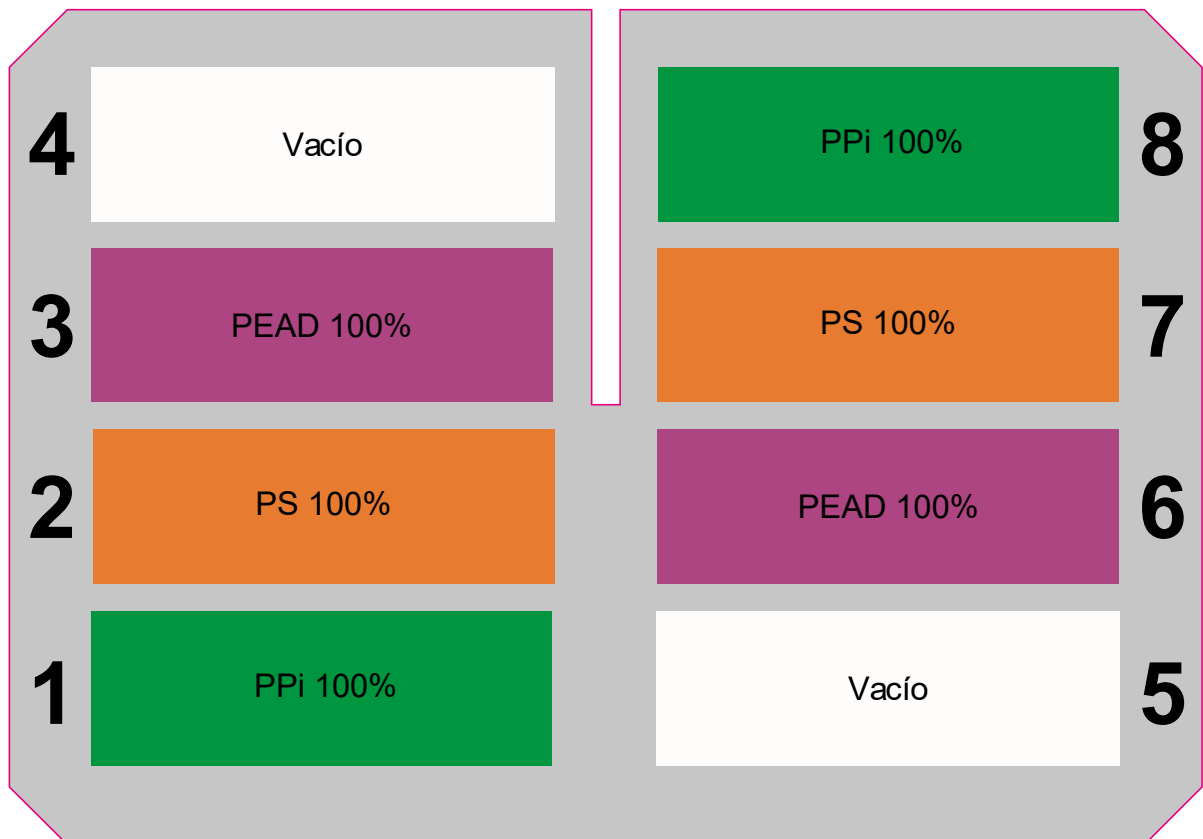


## Otras pruebas

### Prueba de molde 1

Se realiza una prueba en prensa sublimadora con el molde desarrollado en la etapa 2. Se prueban solamente materiales puros, sin mezclas para verificar si a una única temperatura se los puede trabajar en conjunto.

#### Materiales



#### Parámetros

- Temperatura: 170°C
- Tiempo: 40 minutos
- Se agrega material
- Se gira el molde
- Presión: nivel 1
- Enfriado: lento

#### Revisiones

- 10 minutos: aumento la presión a nivel 2



- 20 minutos: se gira el molde y se agrega material en todas las cavidades
- 30 minutos: no se realiza ninguna acción.
- 40 minutos: se deja enfriar prensado

## Resultados

En general se logra un buen resultado en todas las piezas.

### • Cavidades 2 y 7 - PS

El resultado es similar a lo obtenido en la etapa 2. El material se contrae y en partes no logra rellenar completamente el molde



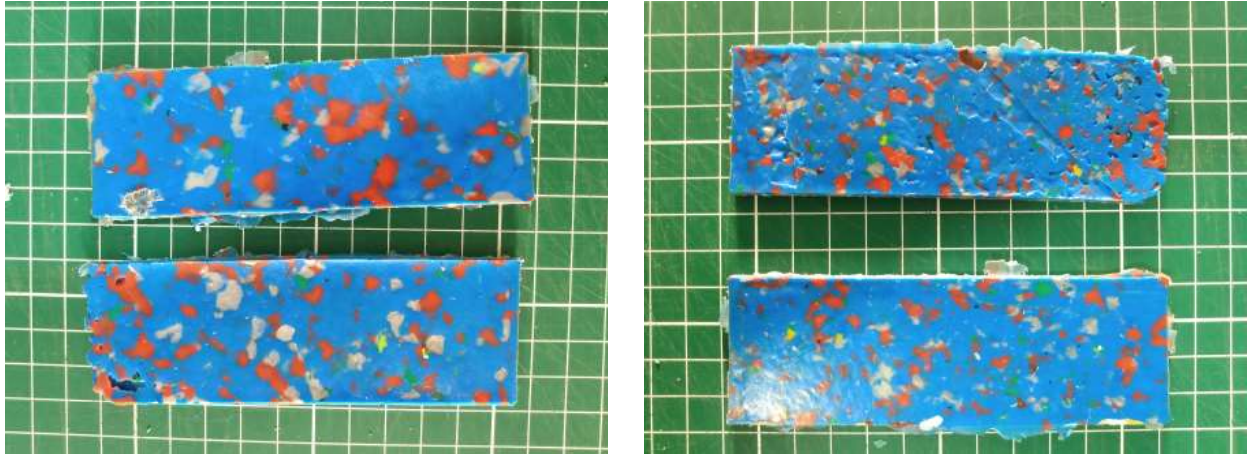
### • Cavidades 1 y 8 - PPI

Las piezas obtenidas, superan los resultados que se habían observado en la etapa 2. Con este método, se obtiene un acabado mucho mas liso y parejo. Aparecen algunas rebabas por la fluidez del material entre las dos partes del molde. No se observan protuberancias producto de un enfriado lento y prensado.



- Cavidades 3 y 6 - PEAD

Se obtienen piezas bien conformadas, con bordes bien definidos y algunas rebabas por la fluidez del material. Una de las piezas presenta unos defectos de acabado, mientras que la otra tiene un acabado liso y mate en ambas caras.



## Conclusiones

Se observa una incidencia positiva de la presión en el proceso. Se comprueba que permite obtener piezas más compactas y con buena distribución, incluso en menor tiempo de calentamiento.

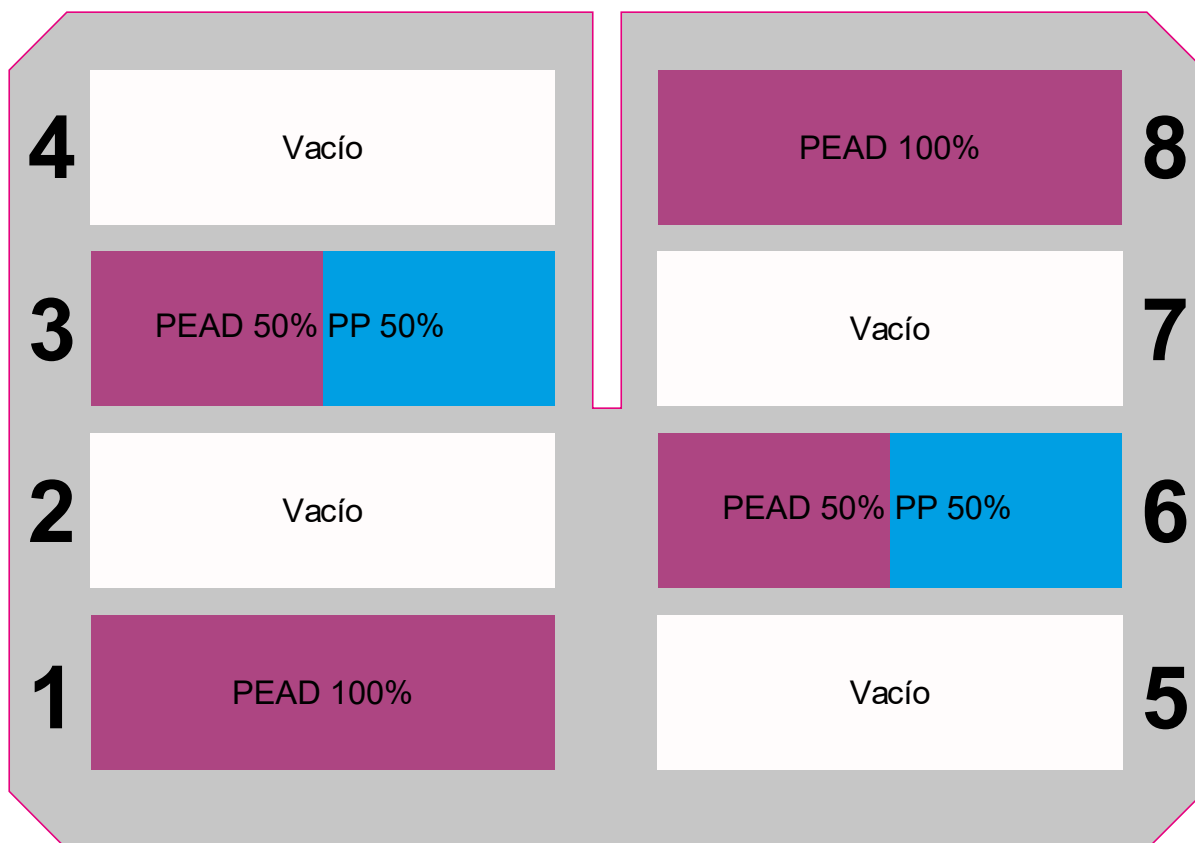
El hecho de poder enfriar las piezas en la misma prensa, con una bajada de temperatura lenta, mejora mucho el acabado de las piezas. En las piezas de PP es donde éste factor se hace más notorio debido a que es más sensible en este aspecto. Era muy difícil conseguir un acabado parejo en la etapa anterior.

A 170°C se logran trabajar los 3 materiales en simultáneo con buenos resultados.

## Prueba de molde 2

Se realiza prueba en prensa sublimadora con molde desarrollado en la etapa 2. Se utiliza mezcla sobrante del ensayo PP50\_PE50\_01, y PE cedido por La Fábrica seleccionado color verde.

### Materiales



En el taller, segregan por color las tapas a triturar. Esto les permite generar placas de color uniforme, o mezclar colores pre seleccionados.



## Parámetros

- Temperatura: 180°C
- Tiempo: 30 minutos
- Se gira el molde
- Presión: nivel 1
- Enfriado: lento

## Revisiones

- 10 minutos: aumento la presión a nivel 2, el material se encuentra fundido. Se gira el molde.
- 20 minutos: no se realiza ninguna acción.
- 30 minutos: se finaliza la prueba, se observa todo el material fundido. Se deja enfriar prensado

## Resultados

El material se observa fundido en la primer revisión, y se gira. Luego el molde queda 2/3 del ensayo en la misma posición. Se observa que del lado que queda debajo por mas tiempo, el material fluye por fuera del molde, y en la pieza que tiene mezcla con PP, éste se observa mas presente que en la otra cara.



Cara inferior al finalizar el ensayo



Cara superior al finalizar el ensayo

Se observa algo de contracción de las piezas al enfriar, aproximadamente 1,5mm en el lado largo del molde (1.25% de contracción)



Contracción del PEAD

En las piezas que contienen PP, del lado de la cara superior se observa que faltó tiempo de calentamiento. La superficie no queda bien terminada. Presenta zonas opacas y en general las piezas son mas desparejas.



Las piezas de PEAD, a diferencia de las que son mezcla, quedan muy bien terminadas. El acabado es liso y sin protuberancias. El tiempo de calentamiento es correcto para estas piezas.

En cuanto al color, el resultado es muy bueno, se obtiene un color muy uniforme.



## Conclusiones

En cuanto a las piezas de PEAD, a 180°C - 30 minutos el resultado es muy bueno. El color es muy parejo, se consigue un acabado uniforme.

Las piezas de PE50% y PP50%, necesitan mas tiempo de calentamiento para lograr fundir el completamente el PE, 30 minutos no es suficiente en esta modalidad con molde.

En el caso de la prueba de esta misma mezcla sin molde, el resultado difiere con lo obtenido ahora. Ésto puede deberse a la presión que en la placa tiene más incidencia sobre el material.

### Prueba de molde 3

Se realiza una prueba en prensa sublimadora con el molde desarrollado en la etapa 2.

#### Materiales



#### Parámetros

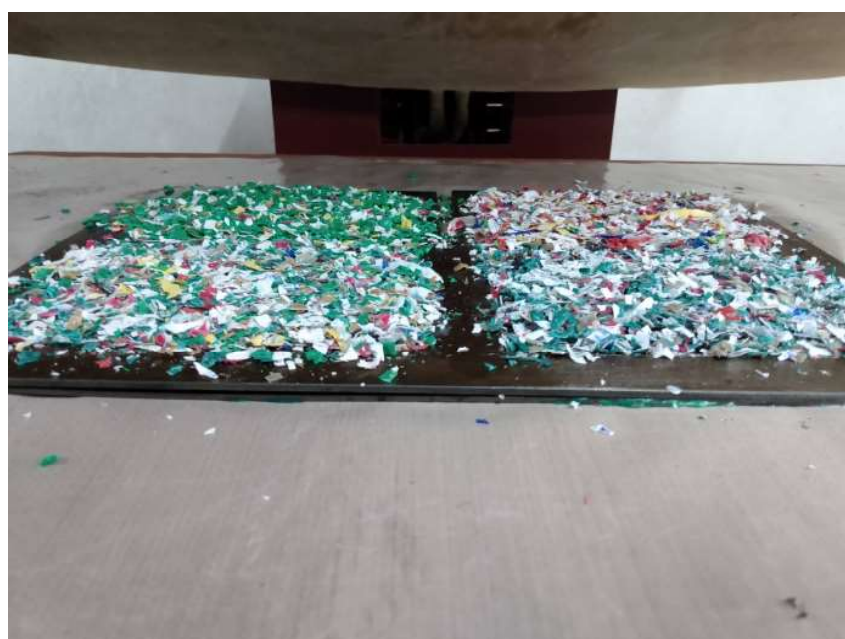
- Temperatura: 190°C
- Tiempo: 40 minutos
- Se recarga material en la segunda revisión
- Se gira el molde
- Presión: nivel 2

## Revisiones

- 10 minutos: todos los materiales se encuentran fundidos



- 20 minutos: se recarga material en todas las cavidades



- 30 minutos: el material agregado ya se encuentra fundido. Se gira el molde
- 40 minutos se finaliza la prueba. Se retira a otra prensa y se deja enfriar

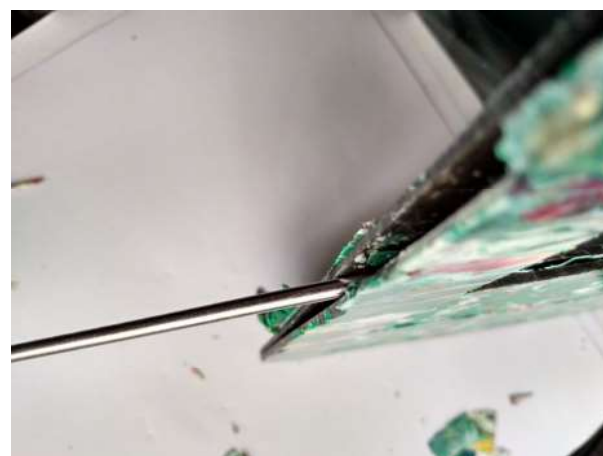


## Resultados

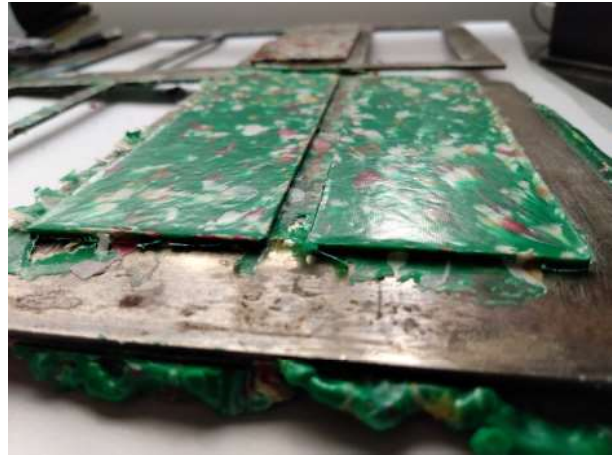
Al retirar el molde, se encuentra abundante material fundido por fuera de las cavidades. Las piezas compuestas con PE y PP son en las que más se observa el material desbordando el molde



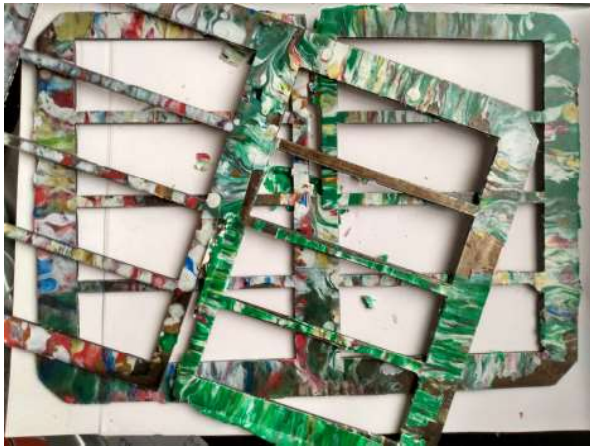
Se debe comenzar a quitar todo el material sobrante para desmoldar las piezas. En ocasiones es necesario utilizar una herramienta cortante para poder marcar las piezas y quebrar el excedente.



Es necesario abrir el molde a la mitad para poder terminar de retirar las piezas.



El molde queda con mucho material adherido.



En cuanto a las piezas, se logra un excelente resultado, superior a las piezas realizadas en la etapa 2. Todas son piezas muy bien conformadas, muy sólidas y con un acabado muy parejo a pesar de los distintos materiales.

Muchas de las piezas tienen rebabas por el material que fluyó entre las 2 partes del molde.



Cavidades 1 y 2



Cavidades 1 y 2



Cavidades 1 y 2



Cavidades 1 y 2



Cavidades 3 y 4



Cavidades 3 y 4



Cavidades 3 y 4



Cavidades 3 y 4



Cavidades 5 y 6



Cavidades 5 y 6



Cavidades 5 y 6



Cavidades 5 y 6



Cavidades 7 y 8



Cavidades 7 y 8



Cavidades 7 y 8



Cavidades 7 y 8

# Conclusiones Etapa 3

## Proceso

En esta etapa, se logra verificar un aspecto clave para el proceso que es la presión. Con el control de la presión es posible realizar piezas más parejas, y también comienza a tener otra incidencia en el proceso como variable. En algunos ensayos, fue necesario reducir la presión, para regular el espesor, o el tamaño general de la pieza.

La presión parece tener incidencia también en el tiempo de los ensayos. En algunos casos se logró reducir el tiempo de calentamiento en comparación con los tiempos de la etapa 2, y los resultados fueron similares, incluso mejores con los mismos materiales.

Para el enfriado, también la presión tiene un efecto muy importante. La posibilidad de enfriar prensado, con una bajada de temperatura lenta es notorio en el resultado obtenido en las piezas. El caso de las piezas que contienen PP, es donde este efecto es más notorio, consiguiendo piezas con una terminación mucho más lisa y con más brillo. Para el caso de las piezas con PS se comprueba que no es tan necesario ya que se éste se enfría más rápido, y sin afectar el acabado de la pieza.

El control exacto de la temperatura permite un proceso más confiable, y facilita el ensayo ya que no es necesario regular manualmente la temperatura, como en la etapa 2.

Por primera vez, se logran formar placas de mayor tamaño, producidas utilizando los mismos principios relevados en los antecedentes, pero realizadas con materiales nuevos, con los cuales no había una experimentación previa registrada.

El manejo de las variables como la temperatura, la presión y el tiempo, genera un notorio impacto en el resultado final. Se puede cambiar el espesor de la pieza, la forma en la que se expande el material y los colores.

Por primera vez, se prueba el enfriado rápido (sumergido en agua, sin molde), y se comprueba que el efecto de contracción del material es drástico. La pieza se deforma instantáneamente.

## Fichas de ensayo

En esta etapa, se generan las fichas de ensayo. Es una forma de registro estandarizada que tiene su utilidad para los ensayos realizados, así como para futuros ensayos.

La importancia de realizar el ensayo con la ficha a la vista, permite ir tomando en cuenta ciertos aspectos que tal vez, no se tendrían presentes, o se pasarían por alto relevar al momento de realizar la prueba.

Ayuda a ordenar e interpretar el proceso, los cambios realizados, y el impacto que éstos tienen en la pieza final.

Una vez completadas, sirven como material de consulta, y permite tomar acciones para conseguir resultados diferentes.

## Materiales

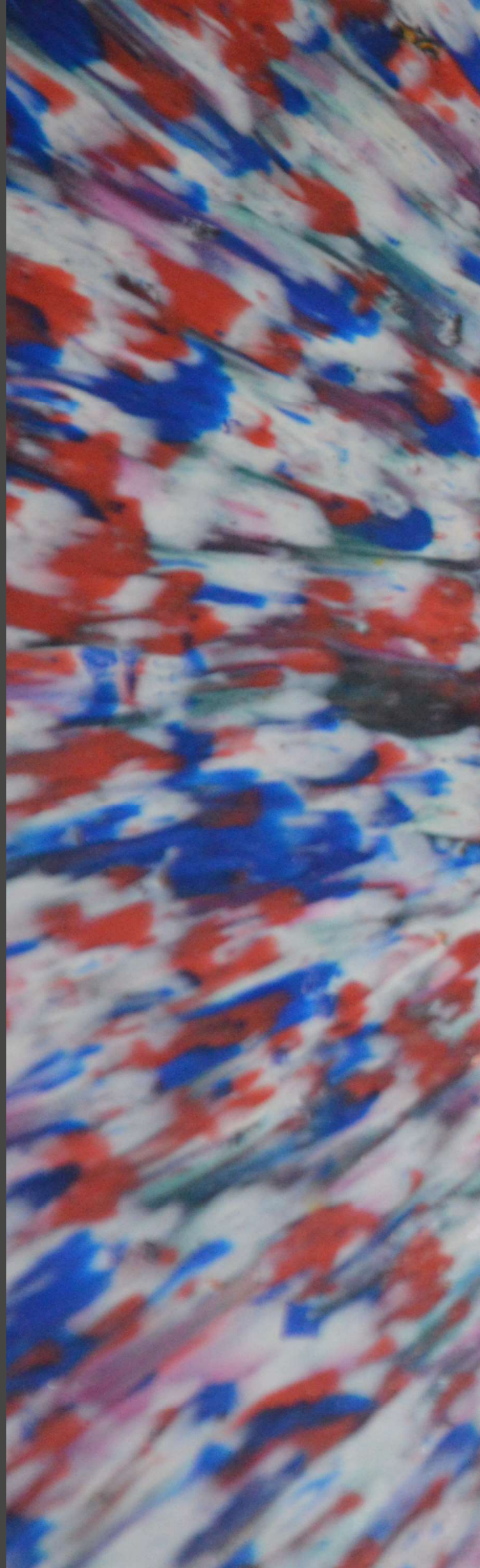
En general, se repiten algunos aspectos de lo que ya se había podido observar en etapas anteriores. En lo referente al acabado, comportamiento en enfriado, la flexibilidad o rigidez de los materiales.

Destaca en etapa, la incidencia de la presión en el PP. Lo primero que se observa, es la diferencia notoria al enfriar el material prensado. Es muy distinto a los resultados observados en la etapa 2.

Por otra parte siguiendo con el PP, se comprueba algo que se venía manifestando en los últimos ensayos de la etapa 2, y tiene que ver con la fluidez del material. Se observa en el ensayo PP\_100\_01 como ante la presión, el material se expande llegando al borde de la superficie de la prensa. Esto da como resultado una pieza extremadamente delgada.

Otro desafío que se planteaba en esta etapa, son las mezclas y su comportamiento ante la presión. Se tenía el antecedente que en algunas placas de PEAD realizadas en La Fábrica, pequeñas contaminaciones de otros plásticos desconocidos, generaban “burbujas”, que luego dejaban marcas u orificios en la superficie. Si bien en la etapa 2, las mezclas fueron exitosas, el factor presión de la etapa 3 podía desencadenar este efecto, sin embargo, éste no se observó en las pruebas realizadas.

Cabe destacar que la mayoría de las pruebas de mezclas, fueron realizadas a temperatura por encima de los 140° (170° y 190°C para las que contienen PEAD), que es la temperatura que se maneja en La Fábrica para el PEAD.





Pieza resultante de la etapa 3





# CAPÍTULO

# 4

---

- Interpretación de los resultados
- Fichas de materiales
- Conclusiones
- Reflexión final

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

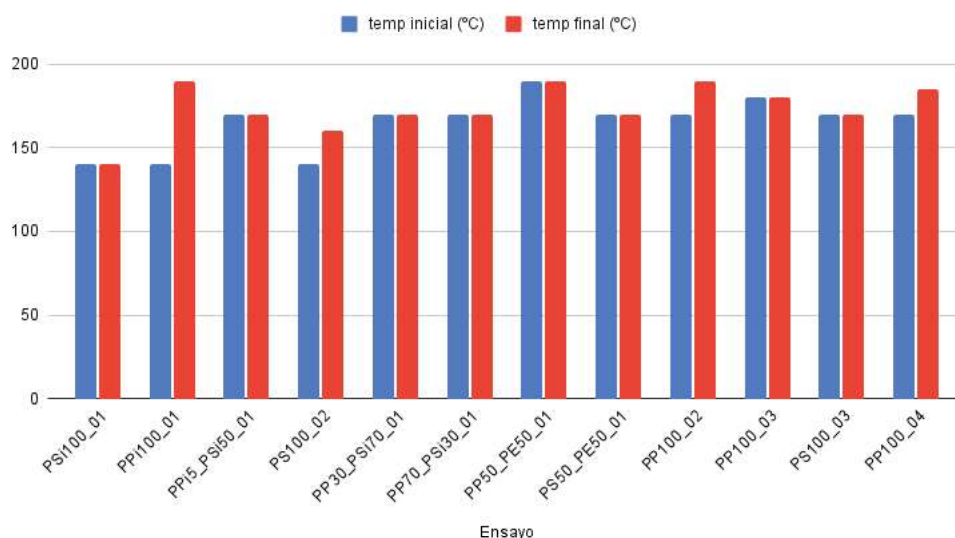
### Resumen de datos de los ensayos

Se recopilan los principales datos de los ensayos de la etapa 3. Temperatura inicial, temperatura final, presión inicial, presión final, tiempo del ensayo.

Ensayo	temp inicial (°C)	temp final (°C)	Presion inicial	Presion final	Tiempo (min)
PSi100_01	140	140	1	1	50
PPi100_01	140	190	2	2	40
PPi5_PSi50_01	170	170	1	2	40
PS100_02	140	160	1	3	50
PP30_PSi70_01	170	170	1	3	50
PP70_PSi30_01	170	170	1	3	50
PP50_PE50_01	190	190	1	2	30
PS50_PE50_01	170	170	1	3	30
PP100_02	170	190	1	3	70
PP100_03	180	180	1	2	40
PS100_03	170	170	1	3	50
PP100_04	170	185	2	3	40

En base a los datos de la tabla anterior, se grafican las temperaturas iniciales y finales de cada ensayo.

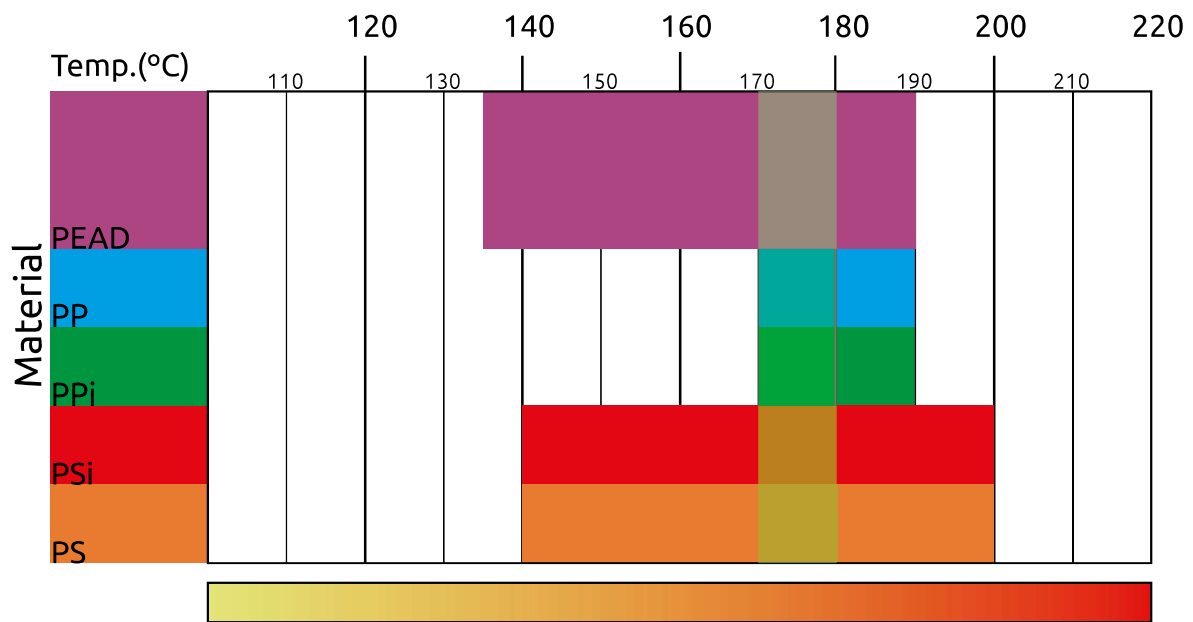
Temperaturas de los ensayos



La temperatura promedio de los ensayos es 170° (tomando los promedios de temperaturas iniciales y finales.)  
 El tiempo promedio de ensayo es de 45 minutos.

### Temperaturas recomendadas

Basado en los datos anteriores y en la experimentación realizada en la etapa 2, se crea el siguiente gráfico que muestra los rangos de temperatura de trabajo recomendados para cada material



Se muestra la una franja donde los 3 materiales se pueden trabajar combinándolos entre si. La franja de temperatura esta situada entre los 170°C y los 180°C, tomando en cuenta un tiempo promedio de ensayo de 45 minutos

La gráfica es orientativa, y debe estar acompañada de las revisiones para observar el avance de la prueba, realizar ajustes en en la presión, y determinar el tiempo final del ensayo.

## FICHAS DE MATERIALES

Se elaboran fichas de fácil lectura para cada material y las mezclas en proporción 50/50. El contenido de las fichas es orientativo, para tener una referencia de punto de partida.

### Temperatura recomendada

Temperatura de trabajo recomendada para proceso en prensa sublimadora, con 45 minutos de calentamiento para cada material/mezcla.

### Rango de temperatura de trabajo

Basado en lo realizado en la etapa 2 y 3, se da un rango de temperaturas en los que es viable trabajar el material. Los resultados pueden variar según la presión aplicada y el tiempo de calentamiento.

### Acabado

Se establece una referencia visual de como se reflejaría una fuente de luz en el material, y un rango basado en el análisis de las piezas obtenidas en las etapas 2 y 3.

### Flexión

Se muestra una escala de flexibilidad del material. La escala fue elaborada analizando probetas de la etapa 2 y 3 con un método de elaboración propia y de carácter comparativo.

- Sobre un extremo de la probeta se realiza una perforación, a 20 mm de los bordes. En ese punto se fija una carga de 500g

- El otro extremo de la pieza debe fijarse a una superficie firme, tomando 35mm de la pieza. Junto con la pieza a analizar se fija una placa de metal rígido como referencia.

- Con una regla, se miden los mm de diferencia entre la pieza de referencia y la pieza de plástico.

- Las piezas más flexibles son aquellas que se separan más distancia de la pieza de referencia.



Se analizan 2 muestras de cada material/mezcla, y se obtiene un promedio. El valor se expresa en mm en las fichas, con una escala de 0 a 10mm.

### Enfriado

Tiempo de enfriado recomendado para evitar contracción y opacado del material. Basado en los ensayos realizados en etapas 2 y 3. Se expresa un rango en minutos.

# FICHA DE MATERIAL

# PEAD

TEMPERATURA RECOMENDADA\*1

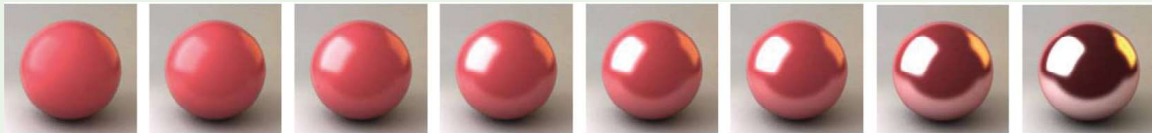
140°C

RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO\*2

135°C - 190°C

CARACTERÍSTICAS\*3

## ACABADO



MATE

BRILLANTE

## FLEXIÓN (mm)\*4

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RÍGIDO

FLEXIBLE

## ENFRIADO (minutos)\*5

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

RÁPIDO

LENTO

\*1\*2 Temperaturas recomendadas para proceso en prensa sublimadora y 45 minutos de calentamiento

\*3 Basado en los resultados de la etapa 2 y etapa 3.

\*4 Ante una carga de 500g suspendida a 2cm de un extremo, y con el extremo opuesto fijado a los 3,5cm del borde.

\*5 Prensado en caliente

# FICHA DE MATERIAL

# PP

TEMPERATURA RECOMENDADA\*<sup>1</sup>

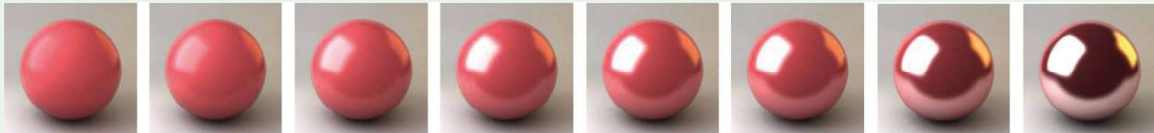
## 180°C

RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO\*<sup>2</sup>

## 170°C -190°C

CARACTERÍSTICAS\*<sup>3</sup>

### ACABADO



MATE

BRILLANTE

### FLEXIÓN (mm)\*<sup>4</sup>

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RÍGIDO

FLEXIBLE

### ENFRIADO (minutos)\*<sup>5</sup>

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

RÁPIDO

LENTO

\*<sup>1</sup>\*<sup>2</sup> Temperaturas recomendadas para proceso en prensa sublimadora y 45 minutos de calentamiento

\*<sup>3</sup> Basado en los resultados de la etapa 2 y etapa 3.

\*<sup>4</sup> Ante una carga de 500g suspendida a 2cm de un extremo, y con el extremo opuesto fijado a los 3,5cm del borde.

\*<sup>5</sup> Prensado en caliente

# FICHA DE MATERIAL

# PS

TEMPERATURA RECOMENDADA\*1

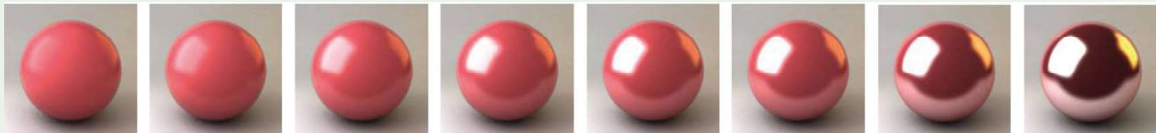
## 160°C

RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO\*2

## 135°C -190°C

CARACTERÍSTICAS\*3

### ACABADO



MATE

BRILLANTE

### FLEXIÓN (mm)\*4

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RÍGIDO

FLEXIBLE

### ENFRIADO (minutos)\*5

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

RÁPIDO

LENTO

\*1\*2 Temperaturas recomendadas para proceso en prensa sublimadora y 45 minutos de calentamiento

\*3 Basado en los resultados de la etapa 2 y etapa 3.

\*4 Ante una carga de 500g suspendida a 2cm de un extremo, y con el extremo opuesto fijado a los 3,5cm del borde.

\*5 Prensado en caliente

# FICHA DE MATERIAL

PEAD+PS  
50 / 50

TEMPERATURA RECOMENDADA\*1

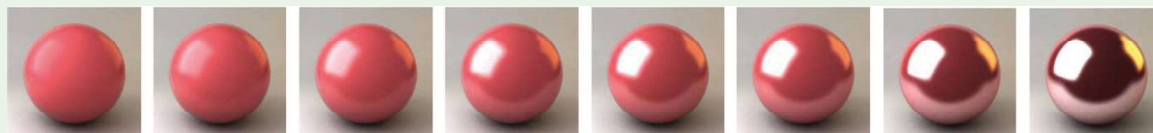
170°C

RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO\*2

140°C -190°C

CARACTERÍSTICAS\*3

## ACABADO



MATE

BRILLANTE

## FLEXIÓN (mm)\*4

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RÍGIDO

FLEXIBLE

## ENFRIADO (minutos)\*5

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

RÁPIDO

LENTO

\*1\*2 Temperaturas recomendadas para proceso en prensa sublimadora y 45 minutos de calentamiento

\*3 Basado en los resultados de la etapa 2 y etapa 3.

\*4 Ante una carga de 500g suspendida a 2cm de un extremo, y con el extremo opuesto fijado a los 3,5cm del borde.

\*5 Prensado en caliente



# FICHA DE MATERIAL

PEAD+PP  
50 / 50

TEMPERATURA RECOMENDADA\*1

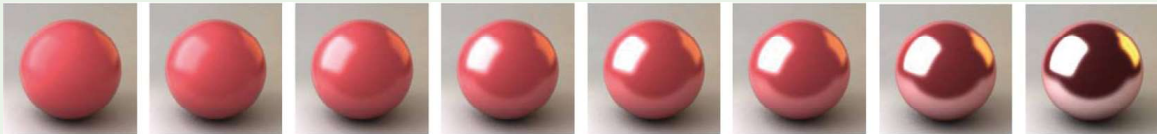
190°C

RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO\*2

170°C -190°C

CARACTERÍSTICAS\*3

## ACABADO



MATE

BRILLANTE

## FLEXIÓN (mm)\*4

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RÍGIDO

FLEXIBLE

## ENFRIADO (minutos)\*5

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

RÁPIDO

LENTO

\*1\*2 Temperaturas recomendadas para proceso en prensa sublimadora y 45 minutos de calentamiento

\*3 Basado en los resultados de la etapa 2 y etapa 3.

\*4 Ante una carga de 500g suspendida a 2cm de un extremo, y con el extremo opuesto fijado a los 3,5cm del borde.

\*5 Prensado en caliente

# FICHA DE MATERIAL

PS+PP  
50/50

TEMPERATURA RECOMENDADA\*1

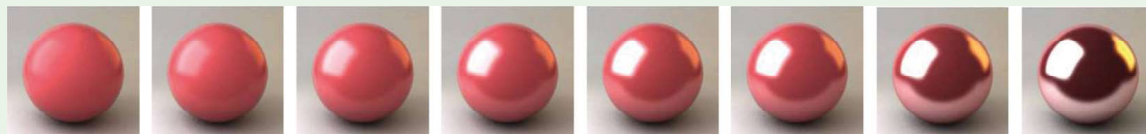
170°C

RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO\*2

170°C - 190°C

CARACTERÍSTICAS\*3

## ACABADO



MATE

BRILLANTE

## FLEXIÓN (mm)\*4

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RÍGIDO

FLEXIBLE

## ENFRIADO (minutos)\*5

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

RÁPIDO

LENTO

\*1\*2 Temperaturas recomendadas para proceso en prensa sublimadora y 45 minutos de calentamiento

\*3 Basado en los resultados de la etapa 2 y etapa 3.

\*4 Ante una carga de 500g suspendida a 2cm de un extremo, y con el extremo opuesto fijado a los 3,5cm del borde.

\*5 Prensado en caliente

## CONCLUSIONES

Esta conclusión, es del trabajo en general, ya que cada etapa tiene sus conclusiones al final de la misma.

El plástico es un material estrictamente vinculado a lo industrial, su desarrollo y expansión tiene su fuerte allí. Procesos complejos, volúmenes enormes, diversidad de posibilidades y desde el punto de vista técnico, un material complejo que involucra la química, la física, la ingeniería y el diseño industrial.

En este trabajo se logra separar el procesamiento de plásticos reciclados, de un cúmulo de especificidades técnicas que son inherentes al material por tratarse de una materia prima tan versátil y compleja a la vez. Evidentemente, esto es posible gracias a la escala en la que se realizaron los procesos.

Gracias a esa simplificación, hay un acercamiento a la posibilidad de trabajar con plástico de primera mano, a baja escala, con elementos sencillos, con artefactos domésticos en algunos casos, en otros casos con sistemas un tanto más complejos, pero accesibles. Esta filosofía de “todos somos recicladores” no se ve tan lejana, basta revisar los antecedentes del trabajo, para entender que esto es algo nuevo, pero que está creciendo rápidamente.

El material que resulta del desarrollo de esta tesis, se espera sea de utilidad para aquellas personas que tienen interés en comenzar a experimentar, y deja abierto un capítulo sobre todo lo que se puede hacer posteriormente. Con este fin, se elaboran las fichas de materiales, que están creadas para conocer sus principales atributos en una lectura simple.

Por otra parte, hay que ser consciente que el trabajo a ésta escala, es testimonial, no va a cambiar el gran problema que tenemos actualmente con los plásticos y su impacto ambiental. Los volúmenes manejados son extremadamente bajos. Sin embargo, hoy en día existen emprendimientos que subsisten gracias a este tipo de procesos, que generan productos y ganancias, lo cual es una oportunidad para muchas personas que pueden ver en los desechos, una posibilidad de fuente de trabajo.

Puntualmente sobre los materiales, se logra ampliar el abanico de plásticos los cuales se pueden procesar a baja escala. Se logra generar información orientativa sobre su comportamiento, sus cualidades, su apariencia y cómo trabajarlos. Mezclar los materiales, introduce una nueva posibilidad de explorar otros resultados, conociendo sus características buscar texturas o propiedades distintas.

Para los procesos, se establecen las variables que demuestran su incidencia en los resultados, se refuerza la importancia de el registro estandarizado de los pasos de la prueba con las fichas de ensayo. Ésto ayuda a un proceso mas ordenado, y da una guía de los pasos a seguir para conseguir determinados resultados.

Los resultados obtenidos en este trabajo, serán compartidos con los integrantes de los talleres relevados en los antecedentes (La Fábrica, EmE plásticas, Shangrilá).



Muestrario

## REFLEXIÓN FINAL

Cómo complemento de las conclusiones voy a exponer en este apartado algunas reflexiones sobre el trabajo. Algunas a nivel personal, otras estrictamente vinculadas al contenido.

Debemos entender la problemática de los plásticos, pero siendo conscientes que conviviremos con ellos por mucho tiempo más. Es impensable un mundo sin plástico, y sobre todo si pensamos en los plásticos que tienen mayor incidencia en el impacto ambiental que son los plásticos de un sólo uso. Éstos plásticos en la mayoría de los casos provienen de envases y embalajes, y los envases tienen la función de contener y proteger su contenido. En el caso de los envases de las industrias alimentarias, de bebidas o farmacéuticas, para proteger el contenido son necesarias ciertas barreras físicas y químicas para proteger el contenido de factores externos como son la humedad, el oxígeno, el CO<sub>2</sub>, o la luz. También a la inversa, por ejemplo evitando que se pierda el aroma de cierto producto. En ese sentido los plásticos son funcionales. Los distintos tipos de plásticos y sus combinaciones entre ellos y con otros materiales, ofrecen diversidad de posibilidades a la hora de proteger y conservar los productos en buenas condiciones, manteniendo sus propiedades y extendiendo su vida útil.

Desde la industria del *packaging* se viene trabajando fuertemente en el desarrollo de nuevos materiales alternativos al plástico, o a ciertos plásticos en particular para reducir su utilización. Existen desarrollos de polímeros que pueden combinar las características de 2 plásticos distintos en uno solo. Un poco más extendidos en su uso están los bioplásticos, los biodegradables y los compostables. Algunos ya se están utilizando pero aún resultan materiales costosos, que afectan las ecuaciones económicas trasladando en muchos casos, costos a producto.

También las industrias que utilizan envases, están comprometidas a reducir la cantidad de plástico que utilizan en sus envases, y las estrategias para lograrlo son diversas. Otro camino intermedio es evitar el uso de plásticos que tengan baja reciclabilidad y sustituirlos por PET por ejemplo. Todos éstos cambios, tienen implícitas muchas horas de trabajo, relevamientos, análisis de datos, consultorías, cambios en tecnologías, nuevos desarrollos, pruebas y por lo tanto nuevamente: costos.

A su vez, la normativa comienza a ajustarse, y en el caso concreto de Uruguay, las empresas que vuelcan plástico al mercado, deben hacerse responsables de los planes de gestión de los mismos a través del pago de un fideicomiso.

Por último, muchos consumidores se preocupan por como gestionar sus residuos plásticos, clasificando en el hogar y luego llevando a los puntos de recolección para reciclaje. Existen aplicaciones y sitios de internet con geolocalización de los puntos de recolección en algunas zonas para facilitar esta tarea. Lo cierto es que las trabas para el reciclado, aún son muy grandes para algunos plásticos, por múltiples factores algunos ya mencionados. La realidad, es que muchos de los plásticos que llegan a las plantas de clasificación, no son reciclados y terminan finalmente en el vertedero como cualquier residuo.

Todos estos factores, tienen que ver con un cambio cultural a nivel global en cuanto a concientización sobre el impacto ambiental (en general, y de los plásticos en particular). Mientras tanto, hasta que todos los cambios macro se vayan ejecutando el plástico seguirá siendo plástico, y seguirá formando parte de nuestra vida y nuestro entorno.

Entiendo que ésta coyuntura, este cambio cultural es lo que ha promovido el surgimiento de proyectos como *Precious plastic* (por mencionar el más conocido a nivel global) que justamente por esa característica de global, inspira a otros individuos de todas partes del mundo que se interesan por el plástico y el reciclado. Creo personalmente, que la posibilidad de poder trabajar el plástico de forma artesanal, casera o en un pequeño taller por fuera de lo industrial, es un cambio de paradigma.

Fueron mencionados en este informe La Fábrica, EmE Plásticas, Shangrilá, pero seguramente en poco tiempo habrá muchos más emprendimientos que se dediquen a trabajar con plástico reciclado, porque son cada vez más las personas interesadas y con esta inquietud.

Ahora bien, ¿qué utilidad tiene el contenido de este trabajo?

Más allá de lo planteado en los objetivos y de los resultados obtenidos, pienso que puede generar un acercamiento a muchas personas con poco o nulo conocimiento previo sobre el tema de los plásticos. Que aliente a experimentar independientemente de los recursos o infraestructura con la que puedan contar, y por qué no generar una fuente de ingresos a partir del reciclado. De hecho, alguno de los emprendimientos relevados, son el sustento económico de sus responsables.

Queda demostrado en el desarrollo de la etapa 1, que se pueden lograr algunos resultados con herramientas y artefactos domésticos. Esta etapa para el caso del trabajo eran pruebas preliminares, sólo se pretendía un acercamiento a algunos aspectos del proceso que se iban a desarrollar más adelante, pero se podría seguir desarrollando esa línea de trabajo probando otras herramientas, artefactos, métodos.

En la etapa 2, se incorpora el trabajo con molde, por donde se pueden explorar posibilidades de crear piezas en serie, con un costo de molde relativamente bajo (entre \$1.000 y \$1.500) y de larga vida útil. Ésto podría ser aplicable por ejemplo en emprendimientos como Shangrilá que fabrica accesorios de joyería, pudiendo generar pequeñas series de piezas, evitando tener que cortar las piezas manualmente una a una.

Una de las grandes limitantes es el triturado de material ya que no fue posible conseguir realizarlo de forma doméstica. Siguiendo el modelo de *Precious plastic*, talleres como La Fábrica que cuenta con las trituradoras, podrían ofrecer en modalidad de venta o trueque materiales triturados, y recibir a cambio placas con determinadas características especificadas previamente para ciertas aplicaciones. Aquí se podría aplicar la información brindada en las fichas de proceso y fichas de materiales.

Este tipo de acciones podría generar un flujo de materiales, un “circuito alternativo” (complementario) a los sistemas de gestión de residuos existentes. Es evidente que los volúmenes a manejar son muy pequeños en relación a los desechos plásticos que se generan a diario, pero es importante el accionar, el amplificar el mensaje y que la temática tome cada vez más visibilidad. En este sentido, la información sobre las características del proceso podría ser útil para educadores, o talleristas que puedan introducir a niños y/o adolescentes en el mundo de reciclado, generando sus propias piezas. Por ejemplo, las familias podrían llevar sus plásticos limpios al centro educativo, y los niños podrían fabricar piezas para un juego, tapas de cuaderno u otros objetos.

De este trabajo quedan muchos pendientes, pero espero que pueda ser tomado como un antecedente para continuar la experimentación, ampliando las posibilidades y complementando la información.

En 2019 cuando comencé este proceso, opté por elegir un tema en el cual pudiera volcar parte de mi experiencia en mi relación con los plásticos a nivel industrial, con el reciclado como eje. A medida que fui profundizando en el tema, me encontré con un mundo desconocido, del que en definitiva muy poco sabía. Conversando directamente con algunos actores de la cadena de reciclado, leyendo y tratando de interpretar los datos de lo que sucede con los plásticos a nivel local, me encontraba con cada vez más obstáculos para poder visualizar un camino proyectual realista, alcanzable. Luego la investigación y el relevamiento fueron allanando el camino, y es que defino centrarme en los procesos a pequeña escala.

Una vez definido este camino, la información previa sobre los plásticos no resultó ser lo que tuvo más incidencia para el desarrollo del mismo, sino que fue la definición de la metodología.

La metodología que planteo, esta basada en la forma que se realizan muchos de los desarrollos a nivel industrial. La escala, se comienza con pruebas cortas, pequeñas tiradas o a nivel de laboratorio, se analizan los resultados y se va avanzando con pruebas intermedias hasta llegar a producción. Durante estas etapas las claves son la observación, la documentación, el manejo de variables, el análisis de datos y la toma de decisiones. Todo esto, fue trasladado y aplicado en las distintas etapas de este trabajo, y también lo considero un aporte desde mi experiencia de estos años trabajando en desarrollos a nivel industrial.

# EXTRAS

---

- Bibliografía
- Anexos
- Agradecimientos



## BIBLIOGRAFÍA

AIMPLAS. (n.d.). Plástico reciclado en aplicaciones de contacto con alimentos: una nueva oportunidad de negocio. <http://contenidos.aimplas.es/descarga-ebook-plastico-reciclado-contacto-alimentos-oportunidad-negocio>

AIMPLAS, Cicloplast, Benavente, R., Bernardo, C., Bosch, P., Cachán, C., Giménez, S., Martínez, T., & Verdejo, E. (2015). Falsos mitos y realidades sobre los plásticos, sostenibilidad, reciclado y seguridad alimentaria. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2018/10/falsos-mitos-y-realidades-sobre-los-plasticos.pdf>

Angus, A., Westbrook, G., & Euromonitor internacional. (2020). Las 10 principales tendencias globales de consumo 2020. <https://go.euromonitor.com/white-paper-EC-2020-Top-10-Global-Consumer-Trends-SP.html>

Ctplas, Baráibar, F., & Andrada, L. (2017). Informe diagnóstico reciclado 2016-2017. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2020/10/Diagn%C3%B3stico-Reciclado-CTplas-Informe-publicable-Versi%C3%B3n-Final-03-10-2017-Revisado.pdf>

Ctplas, Baráibar, F., & Andrada, L. (2018). Informe diagnóstico reciclado 2018 (Segunda ed.) [Volúmenes de residuos plásticos no industriales recuperados a nivel nacional]. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2019/03/Informe-Pl%C3%A1sticos-AN-DE-CTPLAS-2018-Final-Publicable.pdf>

Ctplas. (2020). Informe café con Polímeros—Plásticos de un solo uso. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2020/04/Informe-Cafe%CC%81-con-Poli%CC%81meros-Pla%C%81sticos-de-un-solo-uso.pdf>

PlasticsEurope. (2020). Plastics - the Facts 2020 [An analysis of European plastics production, demand and waste data]. Plastics Europe. [https://www.plasticseurope.org/download\\_file/force/4261/181](https://www.plasticseurope.org/download_file/force/4261/181)

Virginie Manuel. (2021). Los caminos del reciclaje (segunda edición).

## ANEXOS

### Informe de visita a URUPLAC

Fecha: 4/3/20

Contacto: Lumber Andrada – Director

Cómo se presentan: URUPLAC SRL, está formada por dos socios vinculados al tema reciclaje desde hace más de 20 años. La empresa nace en 2012 gracias a la inquietud de ambos por buscar una alternativa de reciclaje a los productos potencialmente reutilizables no procesados en Uruguay por falta de alternativas productivas.

FUENTE: Web Uruplac <http://www.uruplac.com.uy/empresa/es>

Mayormente trabaja con materiales POST INDUSTRIALES – descartes de la industria, por materiales defectuosos, fuera de especificación, vencido (los materiales tienen vida útil), etc.



Acopio de materiales post industriales

Lo recuperado POST CONSUMO es muy poco actualmente, porque las cooperativas casi no están trabajando (marzo 2020)

Se especializa en la fabricación de placas rígidas a partir de materiales recuperados.

Tipos de materiales que consume:  
Flexibles, laminados, aluminizados, forros de cables, bidones, envases PP, PS, PE, estructuras TETRAPAK (papel/aluminio/polietileno o papel/polietileno) otros materiales plásticos



Fuente: web Uruplac <http://www.uruplac.com.uy/productos/placas/es>

Proceso:

- Acopio
- Triturado
- Embolsado
- Formación de las placas:
  - Se coloca un material desmoldante (papel o poliester) en la base de la superficie
  - Se esparce el material triturado.
  - Se introduce en la prensa, y mediante presión (400 ton) y temperatura (250°) se compacta el material.
  - Se pasa a una prensa fría para enfriar el material rápidamente
  - Se refilan bordes de para llegar a la medida de la placa (1.22 x 2.44 la placa estándar)
  - Para el caso de las placas onduladas, se saca del prensado caliente y se pasa a la prensa fría con el molde de la onda.

Capacidad de procesamiento

Triturado: 300kg/h

Formación de placas 250kg/h



Fuente: instagram URUPLAC



Fuente: instagram URUPLAC

Composición/Receta: combinando materiales con distinto punto de ablandamiento se logran distintas características

Los materiales con bajo punto de fusión se licuan y funcionan como aglomerante

Los materiales con baja temperatura de ablandamiento le dan rigidez y resistencia.

Material como el aluminio proveniente de los envases Tetrapak, le aporta estructura y resistencia.

## Informe de visita a planta de reciclado ATMA

Fecha: 12/3/21

Contacto: Agustín Tassani - Gerente de operaciones

ATMA es una empresa que se dedica a la fabricación de productos plásticos, para uso industrial (envases, cajones, pallets, bidones, etc.) y para el hogar (bandejas, bowls, baldes, contenedores, etc.)

Se especializa en procesos de inyección y soplado de PP y PE.

A su vez, cuenta con una línea de productos fabricados 100% de plástico reciclado.

El plástico que reciclan proviene de cajones o casilleros en desuso (por rotura o descarte). Con este material se aseguran de tener uniformidad en la materia prima (PP) incluso si los casilleros no fueron fabricados por ATMA. Además con estos casilleros, normalmente tienen baja carga orgánica lo que permite un acopio limpio, y un proceso de lavado simple.



Fuente: Web ATMA



Fuente: Web Atma

Proceso:

- Selección por color (en caso que corresponda)
- Molienda - molino con malla para determinar el tamaño del pellet
- Lavado
- Secado centrífugo

El resultado del proceso, son pellets que luego son embolsados a la espera de su utilización en proceso.

La planta de molienda tiene una capacidad de 400kg/hora



Pellets de plástico reciclado

El material reciclado es utilizado en varios productos de la línea Reciclados por ejemplo: envases (baldes) para pinturas, nuevos casilleros.



Los ejemplos, son desarrollos destacados. En el caso del balde de pintura, se desarrolla una etiqueta inmold que cubre todo el cuerpo. Esto reduce la percepción del reciclado. Además, tanto el cuerpo como la etiqueta son de PP lo que permite su reciclabilidad posterior.

Para el caso del casillero para FNC, fue necesario cumplir ciertos requerimientos de resistencia del reciclado, por lo que implicó un desarrollo específico del material y el proceso.

## AGRADECIMIENTOS

A familia y amigos por el apoyo y aliento fundamental para lograr que éste trabajo sea posible.

A las personas que me brindaron información, me abrieron las puertas de sus talleres/emprendimientos, y a quienes me dieron su ayuda:

Conaprole: Laura Ferrerij; Andrés Pastorino - ATMA: Agustin Tassani - La Fabrica: Victoria García; Federico Cardeillac - Eme Plásticas: Rosalía Doldán - Shangrilá: Valentina - Uruplac: Lumber Andrada - LATU: Daniel Medina; Luis Latrónica - Muta recicla: Maria Eugenia Larrea - Pez Gato: Patricia Prieto; Martin Cianni - Cempre: Federico Baráibar.

