



Ecodiseño en el envasado de alimentos

UNIDAD 08: Plásticos en envasado alimentario

Gabriel Laslu, Dipl. Eng. (IDT1), gabriel.laslu@gmail.com

Gabriel Mustatea, Ph. D. gabi.mustatea@bioresurse.ro



Contenidos Unidad VIII, Eco-design for food packaging: PLÁSTICOS EN ENVASADO ALIMENTARIO

- 8.1 Definiciones, clasificación, plásticos utilizados en envasado alimentario
- 8.2 Reciclado de plásticos
 - 8.2.1 La importancia de reciclar
 - 8.2.2 Sistema de identificación de plásticos SPI
- 8.3 Tecnologías del embalaje de plástico
 - 8.3.1 Extrusión
 - 8.3.2 Termoformado
 - 8.3.3 Moldeo por inyección
 - 8.3.4 Moldeo por compresión
- 8.4 Diseño de envases plásticos para su reciclaje

Después de aprender esta unidad, el alumno podrá:

- Objetivo 1: conocer los principales tipos de plásticos utilizados en el envasado de alimentos;
- Objetivo 2: conocer la importancia y las posibilidades del reciclaje y la reutilización de los residuos plásticos;
- Objetivo 3: conocer los principios básicos de las tecnologías para obtener envases de plástico;
- Objetivo 4: poder utilizar el conocimiento de diseño de envases plásticos en la actividad actual del ecodiseño.

8.1 Definiciones, clasificación, plásticos utilizados en envasado alimentario

- El plástico es un material sintético hecho a partir de una amplia gama de polímeros orgánicos, como polietileno, PVC, nylon, etc., que se pueden moldear en diversas formas y luego se pueden fijar en una forma rígida o elástica.
- Los plásticos son ampliamente utilizados para materiales de envasado y en la construcción de equipos e instalaciones, procesamiento de alimentos, porque:
 - son flexibles y pueden moldearse bajo ciertas condiciones, para la fabricación de láminas en diferentes formas y estructuras;
 - en general son químicamente inertes, aunque no necesariamente impermeables;
 - son rentables y satisfacen las necesidades del mercado;
 - son ligeros;
 - proporciona opciones en términos de transparencia, color, aislamiento térmico, resistencia al calor y propiedades de barrera.
- Hay dos amplias categorías de plásticos: termoplásticos y materiales plásticos termoestables. Los termoplásticos se puede calentar para formar el producto y luego si estos productos finales se vuelven a calentar, el plástico se ablandará y se fundirá nuevamente. Por el contrario, los materiales termoestables pueden fundirse y formarse, pero una vez formados, después de que se han solidificado, permanecen sólidos y, a diferencia de los termoplásticos, no pueden volver a fundirse.
- **Ventajas de materiales plásticos termoestables:** más resistentes a las altas temperaturas que el termoplástico; el diseño extremadamente flexible; puede lograr paredes gruesas o paredes delgadas; excelente apariencia estética; altos niveles de estabilidad dimensional; menor costo en comparación con el termoplástico
- **Ventajas termoplásticos:** muy reciclables; son estéticamente superiores; alta resistencia al impacto; capacidad de ser fundido nuevamente en diferentes formas; resistencia química; opciones en la superficie, pueden ser cristalinas o gomosas; producción orgánica.

8.1 Definiciones, clasificación, plásticos utilizados en envasado alimentario II

- ❑ **Desventajas de materiales plásticos termoestables:** no pueden ser reciclados; más difíciles de terminar; no pueden ser fundidos de nuevo o remodelado.
 - *styrene butadiene (SB)*
 - *acrylonitrile butadiene styrene (ABS)*
 - *ethylene vinyl alcohol (EVOH)*
 - *polymethyl pentene (PMP sau TPX)*
 - *high nitrile polymers (HNP)*
 - *fluoropolymers (PCTFE/PTFE)*
 - *Materiales basados en celulosa*
 - *polyvinyl acetate (PVA).*
- ❑ **Desventajas termoplásticos:** generalmente más caros que los termoestables; se puede derretir si se calienta por accidente.
- ❑ Los tipos de polímeros utilizados para plásticos alimentarios son:
 - Polyethylene (PE)
 - Polypropylene (PP)
 - Polyesters (PET, PEN, PC)
 - Polyvinyl chloride (PVC)
 - Polystyrene (PS)
 - Ionomeros
 - Ethylene Vinyl Acetate (EVA)
 - Polyamides (PA)
 - *Policloruro de vinilideno - (PVdC)*
- ❑ En los Estados Unidos el 56% de los plásticos utilizados es PE,
- ❑ El resto son principalmente PP, PET, PS (incluyendo el poliestireno expandido EPS) y PVC.
- ❑ Los otros plásticos que se han nombrado se utilizan para mejorar las propiedades barrera, cierre en caliente, adhesión o Resistencia al calor.

- **Polietileno (Polyethylene – PE):**

Ver propiedades en el tema. Hay distintos tipos de Polietileno:

- LDPE - Low density PE (Polietileno de baja densidad LDPE), LLDPE – linear LDPE (PE lineal de baja densidad)
- MDPE - medium density PE (Polietileno de densidad media)
- HDPE - high density PE (Polietileno de alta densidad)

- **Polipropileno (Polypropylene -PP).**

OPP o BOPP: polipropileno orientado.

OPP recubierto de acrílico

PP recubierto con PVdC.

Polyesteres (ver propiedades en Tema 8):

- PET (PETE) Politereftalato de etileno

Policloruro de vinilo (PVC) : Ver propiedades en Tema 8

Poliestireno PS (ver propiedades en Tema 8):

- PET (PETE) Politereftalato de etileno

Aditivos: Ver aplicaciones en Tema 8



8.2 Reciclado de plásticos

8.2.1 La importancia de reciclar

- En la actualidad los plásticos se usan con mucha frecuencia, pero tienen una larga vida útil de más de 500 años de resistencia ambiental sin descomponerse. Este es el motivo por el que el reciclaje y la recuperación de estos materiales al final de su vida útil se han convertido en un factor esencial requerido por la UE.
- La legislación de la UE ahora permite el uso de plásticos reciclables en nuevos envases para alimentos. Reciclar una tonelada de botellas de plástico ahorra 1,5 toneladas de carbono y una botella de plástico ahorra suficiente energía para una bombilla de 60 vatios durante 6 horas. (Plastics packaging / www.bpf.co.uk).
- El uso de solamente un material o materiales mezclados del mismo tipo son los materiales adecuados para el reciclador
- combinaciones de diferentes tipos de plástico con densidades similares deben evitarse siempre que sea posible
- El PET es más denso que el agua y se hundirá en ella. En el proceso de lavado de PET, las tapas o etiquetas hechas de polipropileno (PP) o polietileno de alta densidad (HDPE) flotarán y se pueden quitar fácilmente
- Deben evitarse o al menos minimizar los rellenos que modifican la densidad del plástico ya que reducen la calidad del material reciclado
- La contaminación por PET de PVC es un problema potencialmente importante porque estos dos polímeros tienen densidades cercanas y son más pesados que el agua. La presencia de niveles muy bajos de PVC (entre 50 y 200 ppm) en el PET reciclado causa un deterioro significativo de las propiedades químicas y físicas y puede inutilizar grandes cantidades de PET reciclado para la mayoría de sus aplicaciones. Por esta razón, se debe evitar escrupulosamente el uso de componentes de PVC de cualquier tipo en la fabricación de envases de PET

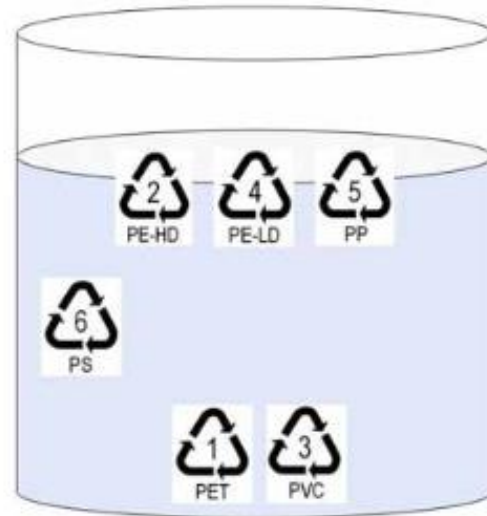


8.2.1 La importancia de reciclar II

- Se debe evitar el uso de PLA (un material biodegradable) con PET. Los dos polímeros son incompatibles y no se pueden separar fácilmente (ambos tienen una densidad $> 1 \text{ g/cm}^3$). La presencia de niveles muy bajos de PLA en

Plastics	Specific gravity
LDPE	0.91~0.93
HDPE	0.94~0.97
PP	0.90~0.91
PS	1.04~1.07
PVC	1.35~1.45
ABS	0.99~1.10
Polyester	1.38~1.39
PC	1.2
Nylon 66	1.13~1.15
Teflon	2.1~2.2

Source: "Polymer dictionary" by Taiseisha Co., Ltd (1970)






el PET causa la opacidad del recipiente y un deterioro de las propiedades físicas del PET reciclado. Además, el PLA causa problemas de procesamiento en la secadora porque se derrite a la temperatura de secado.

8.2.2 Sistema de identificación de plásticos SPI.





Con fines de mejorar el reciclaje y para facilitar una correcta clasificación de botellas y recipientes de plástico, que se encuentran con frecuencia en residuos domésticos, la Sociedad de la Industria Plástica (SPI) creó en 1988 el Sistema de Símbolos para la Identificación de Resinas SPI. Para facilitar la identificación visual del tipo de plástico durante la separación manual, el contenedor y la cubierta de plástico deben llevar un identificador de material (símbolo). El símbolo debe ser visible y preferiblemente puesto en la superficie del contenedor o, en el caso de películas, impreso repetidamente en el material. Los identificadores generalmente deben clasificarse en la base del contenedor. Excepcionalmente, el identificador puede ubicarse cerca de la base o impreso en la etiqueta

Fig. 1. Densidad de polímeros usados en envasado

8.2.2 Sistema de identificación de plásticos SPI. II VER TABLA TRADUCIDA EN TEMA 8

Symbol SPI	Characterization	Recycling
PET/PETE 	PLASTIC # 1 - POLYETHYLENE TEREPHALATE (PETE or PET). Containers made of this plastic sometimes absorb smells and flavors from foods and beverages that are stored in them. They are used for: soft drinks, water and other beverage bottles, peanut butter and other containers for detergents and cleaning containers, etc.	PET waste is recycled into: new bottles, polyester for fabrics and carpets, car bumper filler and sleeping bag and jacket fibers.
HDPE 	PLASTIC # 2 - HIGH DENSITY POLYETHYLENE - HDPE POLYETHYLENE. HDPE products are very safe and there are no known cases of transmission of chemicals in food or beverages. They are used for: milk and water containers, some plastic bags, etc.	Transparent HDPE containers are easy to recycle in new containers. Colored HDPE waste is converted into plastic lumber, garden curbs and lawns, pipes, ropes, and toys.
	PLASTIC # 3 - POLYVINYL CHLORIDE - PVC OR V) The monomer content of vinyl chloride by which PVC is polymerized is recognized as a carcinogen and has been drastically limited, besides other dangerous chemicals are commonly used as PVC additives, which are not chemically bound, and can therefore infiltrate during use and disposal as waste. This type of plastic should not come into contact with food. It is used as a wrapping film due to tensile strength. In food packaging this material tends to be replaced.	Recycling is not technically and financially feasible. Thermal recycling can not be done due to the particularly dangerous noxes emitted by PVC heating. Pressure recycling is used. Currently, only 3% is recycled, old PVC products requiring mixing with virgin material to recreate quality material. Most of the collected waste is used for inferior quality products such as park benches or road noise barriers.

8.2.2 Sistema de identificación de plásticos SPI. II VER TABLA TRADUCIDA EN TEMA 8

<p>LDPE</p> 	<p>PLASTIC # 4 - Low-Density Polyethylene-LDPE Polyethylene. It is a very healthy plastic that is both durable and flexible. Stretch-wrapped food packaging films, sandwich bags, frozen foods, pressure bottles, and plastic food bags are made from LDPE.</p>	<p>LDPE is not normally recycled but is recyclable in certain areas. Recycled LDPE is used to make garbage cans, timber, furniture, etc.</p>
<p>PP</p> 	<p>PLASTIC # 5 - POLYPROPYLENE (POLYPROPYLENE - PP). This type of plastic is strong and can usually withstand higher temperatures. Among many other products, packing films, margarine containers, yogurt boxes, syrup bottles, caps and yarns are used to obtain bags for packaging vegetables and cereals etc. Shows good gloss and clarity, being an ideal print material.</p>	<p>PP has difficulty in recycling. Thus, obtaining different materials on the type or quality is difficult to achieve. Recycled PP is used to make ice scrapers, rakes, battery cables, etc.</p>
	<p>PLASTIC # 6 - POLYSTYRENE (PS POLYSTYRENE). Styrofoam. Two shapes are used: Rigid polystyrene for cutlery; Polystyrene formed (Styrofoam) used in food containers, packaging, insulations, egg cartons, disposable glasses, plastic food cans, packing foam and peanut packaging.</p>	<p>Although its theoretical recycling is possible, it is still not economical. PS Recycle is used to make insulations, license plate frames, rulers, etc.</p>
	<p>OTHER (OTHER). The SPI code 7 is used to designate different types of plastic that are not defined by the other six codes. Polycarbonate and Polylactic Acid (PLA) are included in this category. Polycarbonate or PC is used for baby bottles, large bottles of water, compact discs and medical storage containers. Polylactic acid is a thermoplastic aliphatic polyester produced from renewable resources, such as corn starch (in the United States) or sugar cane in the rest of the world.</p>	<p>These types of plastics are difficult to recycle. PLA, is biodegradable in the presence of oxygen, and is difficult to recycle. Recycled materials in this category are used, among other products, for the manufacture of plastic lumber.</p>

8.2.2 Sistema de identificación de plásticos SPI. III

Algunas publicaciones dan datos útiles sobre la seguridad del uso de plásticos como

[Http://modernsurvivalblog.com/preps/safe-plastics-for-food-and-drink](http://modernsurvivalblog.com/preps/safe-plastics-for-food-and-drink) :

1 PETE (Typical polyethylene terephthalate) Típicas botellas de agua, refrescos y zumos no destinados a la reutilización o el almacenamiento debido a la posibilidad de acumulación de bacterias. Si los reutiliza, asegúrese de haberlos limpiado adecuadamente.

Generalmente los plásticos considerados seguros para alimentos y bebidas son:

- # 2 HDPE (high density polyethylene) grado alimentario;
- # 4 LDPE (Low Density Polyethylene);
- # 5 PP (polypropylene).

Materiales considerados peligrosos y no seguros para alimentos y bebidas. Pueden contener o infiltrar ingredientes peligrosos:

- # 3 PVC (polyvinyl chloride) carcinogénico durante su fabricación e incineración;
- # 6 PS (polystyrene) posiblemente carcinogénico;
- # 7 Otros. Generalmente el policarbonato PC puede infiltrar Bisfenol A BPA, un compuesto orgánico sintético utilizado en los plásticos que tiene propiedades similares a las hormonas y no es adecuado para su uso en el envasado de alimentos. Está prohibido usar este plástico en botellas destinadas a niños.

8.2.2 Sistema de identificación de plásticos SPI. IV

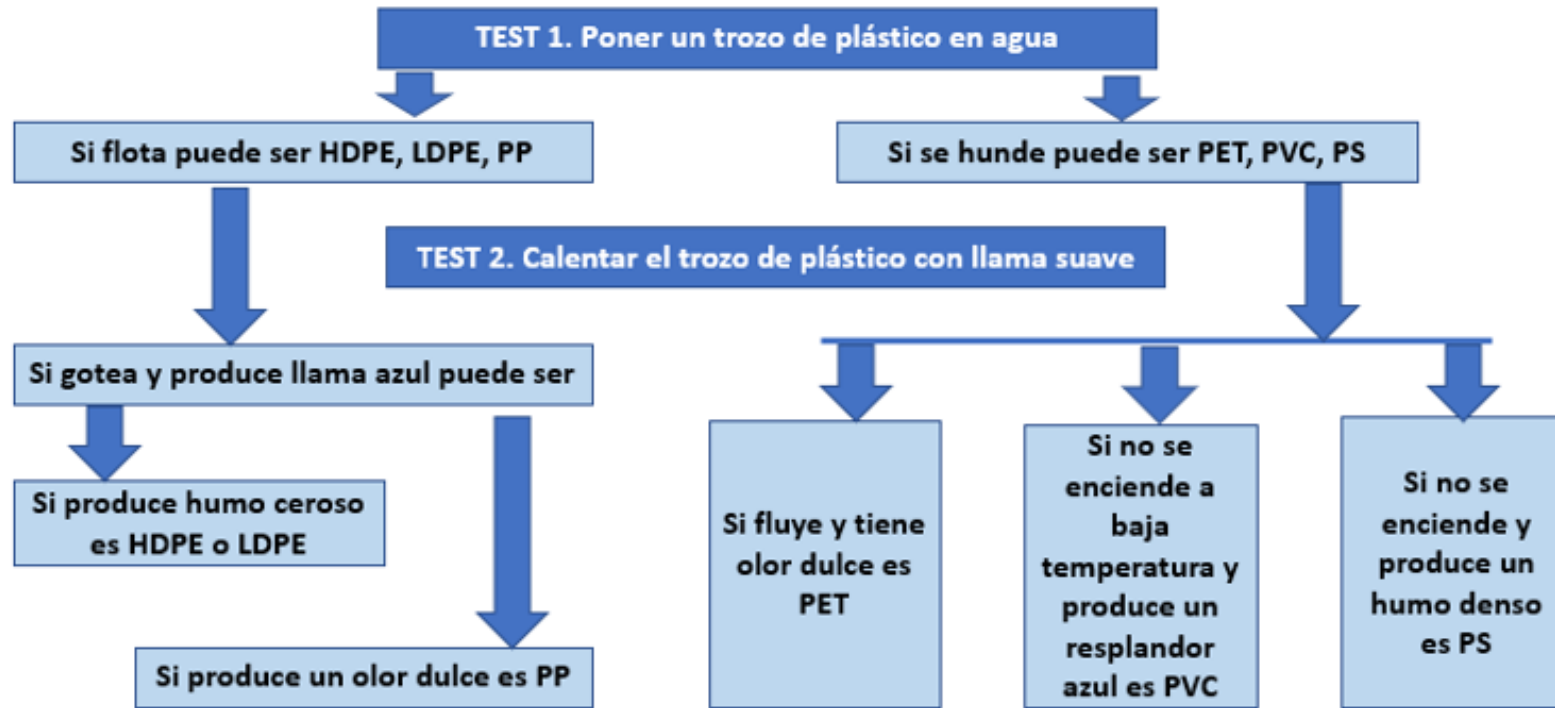


Fig. 2: Test propuesto para la determinación del tipo de material plástico en ausencia de símbolo.

8.3 Tecnologías del embalaje de plástico

Las principales tecnologías para la obtención de envases de polímeros son:

- extrusión
- inyección
- compresión

8.3.1 Extrusión

El primer paso para convertir resinas plásticas en films, láminas, recipientes, etc. es pasar los granulos de polímero en fase sólida a la fase líquida o fundida en una extrusora.

El plástico se derrite mediante la aplicación de una combinación de alta presión, fricción y calor externo. Esto se hace presionando los granulos a lo largo del cilindro de un extrusor utilizando equipos especialmente diseñados bajo condiciones controladas que aseguran la producción de un fundido homogéneo antes de la extrusión.

El plástico fundido finalmente se presiona a través de una moldura del producto terminado hacia las líneas tecnológicas para su uso.

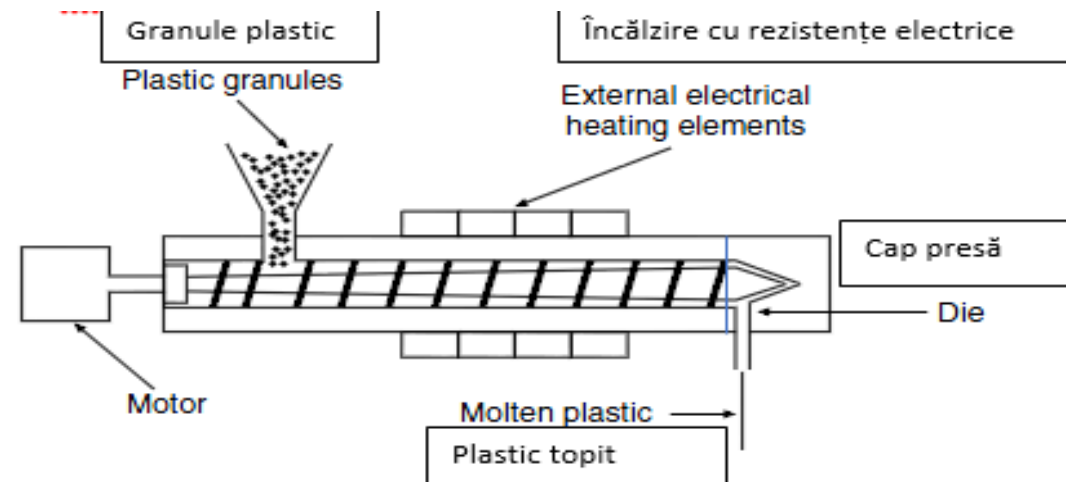


Fig 2 Extrusora

Usos: - obtención e films, hojas, placas y tubos.

RICHARD COLES, DEREK MCDOWELL, MARK J. KIRWAN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY, Blackwell Publishing Ltd, 2003

8.3.1 Extrusión II

Extrusión del film:

- se obtienen por extrusión con una cabeza de giro de boquilla ancha;
 - el polímero se extruye a temperaturas tan altas como sea posible para minimizar la viscosidad de la masa fundida;
 - el enfriamiento se lleva a cabo con aire, mediante inmersión directa en agua, en cilindros interiores refrigerados o combinaciones de estas variantes;
 - espesor de la hoja - hasta 0.1 - 0.3 mm (límite inferior).
- **Operación adicional:** llevar a la temperatura de transición hasta el estado vítreo del polímero estirando el polímero hasta un 200-600% del tamaño inicial, aumentando la resistencia a la tracción y disminuyendo la posibilidad de rotura de la lámina al hacerla más fina. Se puede estirar según el eje longitudinal y el transversal.
- **El film de etileno** (también llamado termocontraíble), cuando se calienta, libera tensiones internas y aprieta el objeto empaquetado con un film transparente, impermeable y elástico.

Extrusión en placa : Se utiliza para fabricar planchas de distintos grosores utilizando polímeros diferentes, como PS, PP, PE, etc.

Coextrusión de láminas y placas: Consiste en utilizar un número adecuado de extrusiones para alimentar diferentes plásticos, mediante un dispositivo de mezcla/combinación o una Unidad de alimentación hacia una boquilla común. Da estructuras multicapa de diferentes materiales con propiedades diferentes. Se pueden obtener películas de múltiples capas o láminas de 2-9 capas con un espesor mínimo de 30-120 μm . Polímeros: PET, HDPE, LDPE, PS, etc.

Recubrimiento por extrusión y laminación: utilizado para: • proteger contra la humedad, • barrera contra el vapor de agua, oxígeno, aroma, etc. • resistencia a la grasa • sellado en caliente • atractivo para la venta como, por ejemplo, fabricación de superficies brillantes.



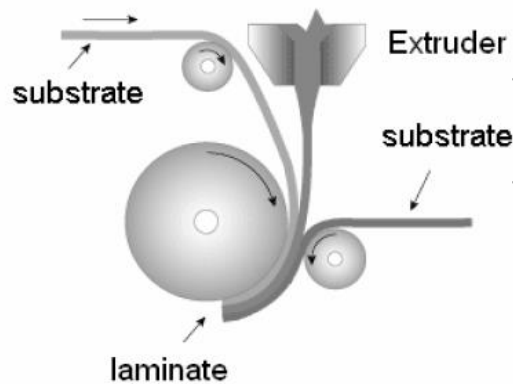


Fig.3 Recubrimiento por extrusión y laminación, according to Rory Wolf, A technology decision – Adhesive lamination or Extrusion Coating/Lamination

- El uso de extrusión y cartón laminado ofrece notables beneficios promocionales en términos del atractivo visual para los consumidores.
- El cartón en un rollo pasa frente a un dispositivo de pretratamiento de superficie de descarga corona de baja temperatura para asegurar las tintas de impresión, revestimientos y adhesivos, y luego se cubre con polímero fundido, PE, PP o PET, con una cantidad y temperatura controlada, dando resistencia a la grasa, a la humedad y cuando sea necesario al calor.

❑ Extrusión de láminas y de películas sopladas

- Es el método más usado. A través de él, se hacen láminas y películas de alta calidad. En principio, el método consiste en obtener un tubo con paredes delgadas (de unas pocas micras a décimas de milímetro) que se dilata por una sobrepresión de aire.

Es aplicable a los polímeros HDPE, LDPE, PP, MDPE (polietileno de densidad media: $0.926 - 0.940 \text{ g / cm}^3$). También se utiliza la coextrusión de películas sopladas de dos polímeros, por ejemplo, polietileno - poliamida, polietileno - poliestireno.

Extrusión – soplado de cuerpos cueva (vacíos en su interior)

Se utiliza para la fabricación de cilindros (botellas) y otros tipos de cuerpos cueva (huecos en el interior).

Polímeros utilizados: poliolefinas (PE, PP), PVC plastificado, PET, PS, ABS, Nylon (PA), etc.

La extrusión forma un tubo en un molde correspondiente a la cavidad fabricada. Dentro del tubo, se sopla aire comprimido, y el tubo de polímero en el estado viscoplástico se dilata hasta las paredes del molde y se enfría en contacto con este.

8.3.2 Termoformado

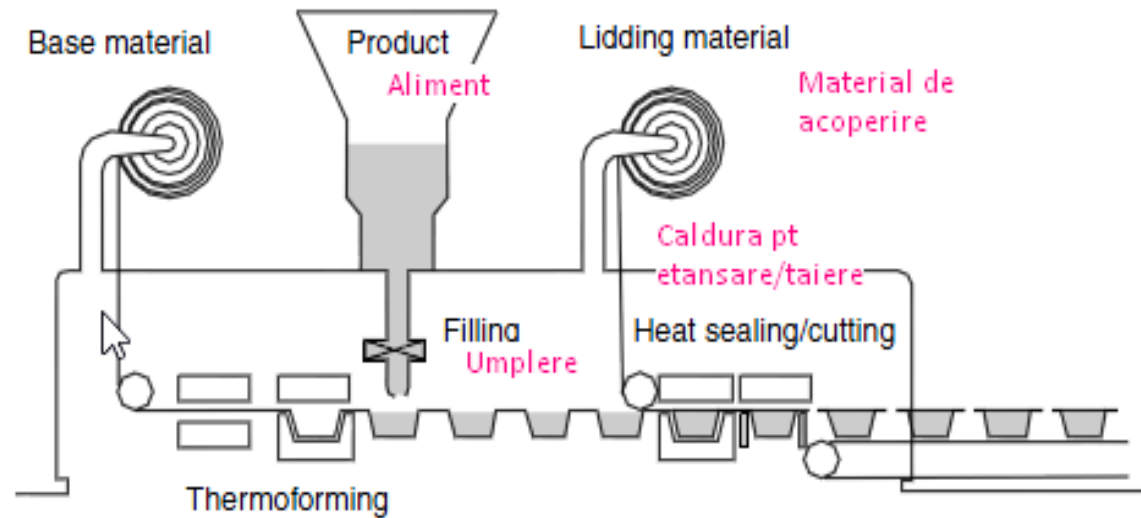


Fig. 4. Línea de Termoformado, llenado y cerrado

RICHARD COLES, DEREK MCDOWELL, MARK J. KIRWAN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY, Blackwell Publishing Ltd, 2003

La hoja inferior se alimenta desde una bobina y se calienta antes de moldear. Ahora se moldea por diversos procesos. La cavidad así formada se llena con el alimento en una atmósfera abierta o al vacío, después de lo cual se utiliza la lámina superior para el cierre, que debido al calor y la presión se suelda a la lámina inferior hermética. Los dispositivos de corte se utilizan para dividir productos terminados. Después se procede al etiquetado y al almacenamiento del producto.

8.3.3 Moldeo por inyección.

El principio del método es inyectar el polímero fundido en un molde frío a alta presión.

8.3.4 Moldeo por compresión

Principio del método: el polímero fundido se presiona en el troquel

8.4 Diseño de envases plásticos para su reciclaje..

Algunos conceptos de ecodiseño:

- a) Utilizar plásticos compatibles.
- b) Usar materiales de diferentes densidades.
- c) Cubrir con etiquetas máx. 2/3 de la superficie de envase. En instalaciones automáticas de reciclaje, un sistema óptico de separación clasifica el embalaje plástico. Si se cubre el 67% o más del empaque, se clasificará sobre la base del material de la etiqueta. Si el diseño del paquete no le permite cumplir esta exigencia, entonces: Use una etiqueta hecha del mismo material que el envase o Use una etiqueta con una densidad diferente a la del embalaje.
- d) El color negro y los muy oscuros interfieren con la clasificación automática del embalaje y absorben la luz emitida desde el sistema óptico de separación. El embalaje sin color u opaco después del reciclaje tiene más aplicaciones que los de color.
- e) Los componentes de las tintas utilizados para el color del empaquetado o su impresión pueden contaminar el material reciclado. Por ese motivo deben utilizarse tintas de impresión que no estén incluidas en la lista de exclusión de EUIA (European Printing Ink Association).
- f) Los adhesivos no solubles pueden contaminar materiales reciclados con contaminantes y no serán eliminados en el proceso de lavado del reciclado, por lo que es recomendable utilizar adhesivos solubles en agua caliente o los de alta temperatura solubles en álcalis.
- g) La silicona puede adherirse al material reciclado por lo que, de ser posible, se debería renunciar a su uso.



E C O S I G N



Eco-design for food packaging.

Thank you!