



# Resina de poliéster

C. García, E. López, A. Muñoz, P. Peñas

E.T.S.I. de Caminos, Canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain

## INFORMACIÓN

### Información del Proyecto:

Entrega anteproyecto 24 Febrero 2019  
Entrega Proyecto 15 Mayo 2019  
Disponible online 21 Mayo 2019

### Keywords:

Modelling  
Mechanical properties  
Food processing

## ABSTRACT

Nuestra idea para este proyecto de la asignatura Estructura de Materiales II ha sido emplear una resina de poliéster y comprobar sus propiedades, a su vez vamos a mezclar esta resina con Marmolina (Carbonato Cristalino, CO<sub>3</sub>K) y Polvo de Aluminio para hallar sus propiedades y las ventajas y desventajas de cada una de ellas y así poder darle una aplicación específica para su campo de uso en función de las propiedades obtenidas a partir de los ensayos que hemos realizado a nuestras probetas y muestras.

© 2019 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

## 1. Estructura del artículo

La resina de poliéster es un polímero que se obtiene por policondensación de un diácido con un dialcohol y un monómero insaturado (estireno). Esta resina se encuentra en estado líquido bastante viscoso y para conseguir que pase a estado sólido es necesario emplear un catalizador que permite la solidificación de la resina, este endurecimiento se va a producir gracias a la polimerización vinílica de radicales libres cuya actividad consiste en activar los dobles enlaces de las cadenas de poliéster y de las moléculas de estireno, si nos encontramos ante unas condiciones normales, el curado de la resina tiene dos fases:

- Primero la resina pasa de un estado líquido a un estado que se podría definir como estado gel con un carácter pegajoso, podemos llamar a esta primera fase, fase de gelación o gelificación.
- Posteriormente y una vez la resina se encuentra en estado de gel, se pasa a la siguiente etapa, el periodo de curado, que es como se llama, nos hace llegar al endurecimiento de la resina, mientras tiene lugar este proceso, se desarrolla una gran cantidad de calor sin que se produzca desprendimiento alguno del producto en sí.

Nuestra idea para este proyecto de la asignatura Estructura de Materiales II ha sido emplear una resina de poliéster y comprobar sus propiedades, a su vez vamos a mezclar esta resina con Marmolina (Carbonato Cristalino, CO<sub>3</sub>K) y Polvo de Aluminio para hallar sus propiedades y las ventajas y desventajas de cada una de ellas y así poder darle una aplicación específica para su campo de uso en función de las propiedades obtenidas a partir de los ensayos que hemos realizado a nuestras probetas y muestras.

A nuestro material le vamos a realizar, un ensayo de compresión, uno de dureza llamado dureza shore y otro de densidad, estos ensayos

están explicados en el punto de ensayos realizados, dentro del apartado de métodos.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Materiales

- Resina de poliéster de bajo contenido en estireno
- Marmolina (Carbonato Cristalino, CO<sub>3</sub>K), es una carga mineral que absorbe la exoterma que se crea por la reacción química de los componentes de la resina, minimizando la aparición de grietas en los procesos de secado.
- Polvo de Aluminio, carga metálica de grano fino impalpable.

Para obtener nuestras probetas hemos realizado moldes de Alginato y a partir de ese molde hemos obtenido las probetas.

Para conseguir la mezcla de la Marmolina y Polvo de Aluminio con nuestra resina hemos utilizado un catalizador de peróxido de metil etil cetona:

- El tiempo de trabajo de este catalizador es de 20 minutos.
- El tiempo de curado de este catalizador es de 50 minutos.
- Este catalizador es oxidante y comburente<sup>1</sup>.

### 2.2. Equipos

- Hemos empleado latas de medio litro para realizar las diferentes mezclas.
- Balanza de precisión ( $\pm 0,01$ )
- Una regla

<sup>1</sup> Comburente: Sustancia que provoca o favorece la combustión de otras sustancias

- Hemos utilizado también varillas de metal para remover las mezclas para que estas queden homogéneas.
- Vaso de precipitados

### 2.3. Métodos

Lo primero que hemos hecho ha sido mezclar el Alginato con agua y así crear una pasta que posteriormente solidifica y a partir de ella hemos sacado los moldes para nuestras probetas, para crear esta pasta hemos utilizado la misma cantidad de agua y Alginato.

Por otra parte, para fabricar nuestro material hemos partido de una matriz de resina de poliéster que hemos mezclado con el catalizador nombrado anteriormente para solidificarla, la proporción que hemos empleado para la cantidad de catalizador utilizado es del 1,5% con respecto al volumen total de la resina. La probeta íntegra de resina tiene unas medidas de 2,1 cm de espesor y 11,4 cm de largo x 3,7 cm de ancho.

En cuanto a la resina mezclada con marmolina hemos de realizar el mismo proceso postulado anteriormente pero previamente a la adición el catalizador debemos añadirle la marmolina, para nuestra probeta hemos utilizado un porcentaje de 16,7% de marmolina con respecto al volumen total de la resina. Esta probeta tiene unas medidas de 1,8 cm de espesor y 9,7 cm de largo x 4,2 cm de ancho.



Fig. 1. Probetas

En cuanto a la resina mezclada con polvo de aluminio hemos de realizar el mismo proceso postulado anteriormente pero previamente a la adición del catalizador debemos añadirle el polvo de aluminio, para nuestra probeta hemos utilizado un porcentaje de 16,7% de polvo de aluminio con respecto al volumen total de la resina. Esta probeta tiene unas medidas de 1,9 cm de espesor y 10,1 cm de largo x 4 cm de ancho.

Una vez tenemos cada una de las tres resinas mezcladas con sus respectivas cargas preparadas se vierten en el molde fabricado anteriormente y se dejan durante un día hasta que se solidifican completamente.

#### 2.3.1. Ensayos realizados.

- Ensayo de Dureza Shore: Mide la reacción elástica cuando dejamos caer sobre el material o se intenta penetrar con un material, nosotros vamos a utilizar una canica, desde una altura de 250 mm, este ensayo nos dice que a mayor altura del rebote de la canica mayor dureza del material, ya que, a mayor energía absorbida por el material en el bote, menor será su dureza elástica. Hemos empleado una canica de 10g.

Para calcular la energía absorbida por el material en el primer bote hemos asumido que la única fuerza que actúa en el sistema es la gravedad, ya que la velocidad inicial es 0, utilizando la fórmula de la energía potencial antes de dejar caer la pelota y la del bote:

$$E_{\text{absorbida}} = E_{p1} - E_{p2} = (m \times g \times h_1) - (m \times g \times h_2) \quad (1)$$



Fig. 2. Ensayo de Dureza Shore

- Ensayo de Compresión: Hemos utilizado una plegadora<sup>12</sup> y con ella hemos realizado compresión sobre las 3 probetas, aplicando la misma tensión a las tres probetas.



Fig. 3. Plegadora

- Ensayo de Densidad: Para calcular la densidad de cada probeta, hemos calculado su masa, y para calcular su volumen las hemos introducido en un vaso de precipitados y lo hemos llenado hasta 500 ml de agua. Hemos observado el volumen que aumenta el vaso al introducir las probetas y hemos restado el volumen final menos el inicial obteniendo así el volumen de la probeta, una vez obtenido el volumen de las probetas hemos calculado si densidad con la fórmula:  $d = m/v$ .



Fig. 4. Vaso de precipitados

<sup>12</sup> Plegadora: Son máquinas diseñadas especialmente para el plegado de chapas, estas máquinas efectúan varios tipos de plegado.

### 3. Resultados

#### 3.1. Ensayo de Dureza Shore

Tabla 1. Valores del ensayo de dureza shore

Altura inicial=25 cm	Resina poliéster	Resina con marmolina	Resina con aluminio
N.º Medidas	Altura Bote (cm)	Altura Bote (cm)	Altura Bote (cm)
1	12,5	15	16
2	10	15	15,5
3	13	16	15,5
4	11	14,5	16
5	12,5	15,5	16,5
Total	12 <sup>3</sup>	15,2	15,9
Error	1 <sup>4</sup>	0,6	0,4

En la tabla 1 se tienen los valores de las cinco medidas de referencia tomados de la altura del bote de cada probeta, a continuación, se ha realizado la media y el error, teniendo en cuenta que la altura inicial es 25 cm.

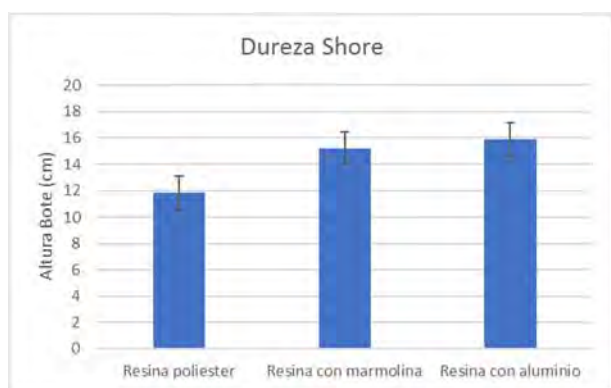


Fig. 5. Valores de la altura del bote en las probetas

La Grafica 1 se ha obtenido mediante los datos tomados de la Tabla 1. En ella se pueden comparar la altura de bote de la canica sobre las 3 probetas, como ya hemos mencionado anteriormente a mayor altura de bote mayor dureza elástica por lo que se puede deducir que la resina cargada con polvos de aluminio es más dura que las demás, siendo la resina poliéster la menos dura de las tres.

Tabla 2. Valores utilizados para calcular la energía absorbida en el bote

	masa canica (g)	gravedad (m/s <sup>2</sup> )	Altura inicial (cm)	Altura Bote (cm)	Energía absorbida (J)
Resina poliéster	10	9,81	25	11,8	0,0129492 <sup>5</sup>
Resina con marmolina	10	9,81	25	15,2	0,0096
Resina con aluminio	10	9,81	25	15,9	0,0089

En la Tabla 2 se observan los datos necesarios para calcular la energía absorbida en el bote de la canica, estos son: la masa de la canica, la gravedad, la altura inicial a la que se suelta la canica, la altura a la que llega la canica con cada probeta y finalmente la energía absorbida que se ha calculado mediante la fórmula mencionada en el apartado de métodos.

En la Gráfica 2 se observan los tres valores de energía absorbida de cada probeta, se puede apreciar que en este caso la resina poliéster es la que más energía ha absorbido por lo que podemos decir que es la de menor dureza.

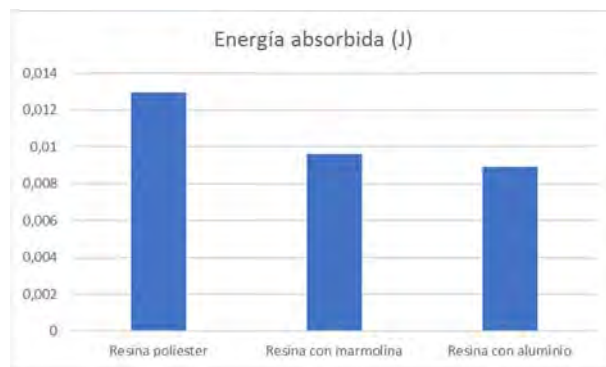


Fig. 6. Valores de la energía absorbida de cada probeta

Tabla 3. Valores de masa, volumen y densidad

	Masa (g)	Volumen desplazado (cm <sup>3</sup> )	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Resina poliéster	75	65	1,15 <sup>6</sup>
Resina con marmolina	95	65	1,46
Resina con aluminio	90	65	1,38

En la Tabla 3 se tienen los datos obtenidos mediante el método ya explicado anteriormente y el dato de la densidad calculado con su fórmula.



Fig. 7. Probetas tras el ensayo de compresión

Tras realizar nuestro ensayo de compresión este ha sido el resultado de nuestras probetas, no hemos obtenido datos numéricos de tensión aplicada ni de tiempo de duración del ensayo debido a que hemos realizado el ensayo con una plegadora manual.

Como se observa en la Figura 5:

- La primera probeta corresponde con la que está compuesta únicamente por resina, ésta se rompió con más facilidad que el resto por lo que deducimos que tendrá menor resistencia a compresión, por tanto, sabemos que es la que más deformación plástica tiene.
- La segunda probeta se corresponde con la compuesta por resina cargada con marmolina, ésta tardó más en romperse, tiene mayor resistencia a compresión y menor deformación que la de poliéster sin cargar.
- La tercera probeta se corresponde con la cargada con polvo de aluminio, esta probeta no se llegó a romper y por tanto deducimos que es la que mayor resistencia a compresión tiene y menor deformación plástica

### 4. Conclusiones

Con los resultados obtenidos de los ensayos realizados podemos concluir lo siguiente:

Probeta de Resina de Poliéster sin cargar: Después de realizar los ensayos hemos concluido que ésta es la que menos dureza

<sup>3</sup> Promedio:  $\bar{x} = \frac{12,5+10+13+11+12,5}{5} = 11,8$

<sup>4</sup> El error se ha calculado con la fórmula:  $\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)}}$

<sup>5</sup> Se ha calculado con  $E_{absorbida}=(m \times g \times h1) - (m \times g \times h2)$ . Ejemplo:  $0,0129492 = (0,001 \times 10 \times 9,81 \times 0,01 \times 25) - (0,001 \times 10 \times 9,81 \times 0,01 \times 11,8)$

<sup>6</sup> Se ha calculado con  $d=m/v$ . Ej.:  $1,15 = \frac{75}{65}$

y menos resistencia a compresión presenta y la que mayor deformación plástica tiene, también hemos comprobado que es la que menos densidad tiene.

**Probeta de Resina de Poliéster cargada con Marmolina:** Después de realizar los ensayos hemos concluido que absorbe 0,0096 J por lo que se demuestra que su dureza es intermedia a la de la probeta de resina sola y la de resina cargada con polvo de aluminio, en el ensayo de compresión también se ha producido su rotura, pero hizo falta aplicar más fuerza que en la probeta de resina sola por lo que tiene mayor resistencia que esta. En el ensayo de densidad hemos observado que esta es la más densa.

**Probeta de Resina cargada con Polvo de Aluminio:** Después de realizar los ensayos hemos concluido que esta probeta es la más dura, la que mayor resistencia a compresión admite, por lo que tiene menor deformación plástica que las demás, en el ensayo de compresión no se llegó a romper, la densidad es intermedia a los valores de las otras dos probetas con un valor de 1,38 g/cm<sup>3</sup>.

Las principales aplicaciones de la resina de poliéster son:

- En aplicaciones como material de refuerzo (parachoques), el material más indicado sería el de resina sin cargar.
- Para crear piezas en molde (carrocería), el material más indicado sería el de resina normal
- Capa de recubrimiento final, el material más indicado es la resina de poliéster.
- Aportar rigidez a las superficies que lo requieran, el material más indicado sería la resina cargada con polvo de aluminio.
- Como sustituyente del mármol en figuras o estructuras ya que es más barato y se puede obtener un molde en el que realizarlo. Para esta aplicación el material más indicado será la resina cargada con marmolina.

## 5. Agradecimientos

Queremos agradecer por la aportación a la realización de este trabajo principalmente a la hermana mayor de Carlos que nos dio una solución para realizar los moldes de las probetas y a su padre por ayudarnos a realizar el ensayo de compresión.

## 6. Bibliografía

- [1] [https://www.nazza.es/blog/8\\_Usos-resina-poliester.html](https://www.nazza.es/blog/8_Usos-resina-poliester.html)
- [2] <https://es.wikipedia.org/wiki/Poli%C3%A9ster>
- [3] <https://es.wikipedia.org/wiki/Plegadora>
- [4] <http://sumbeart.es/resina-de-poliester/79-resina-de-poliester-al-100.html>
- [5] <https://www.feroca.com/es/>