



POLITÉCNICA

Contents lists available at POLI-RED

# IngeniaMateriales

Journal homepage: [http://polired.upm.es/index.php/ingenia\\_materiales](http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales)



## RES4LL

A. Apóstoles, I. Aranda, G. Da Costa, A. Ortega

*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 18 Marzo 2021

Entrega Proyecto 21 Mayo 2021

Disponible online 5 Julio 2021

#### *Keywords:*

Resina epoxi

Catalizador

Viscosidad

### ABSTRACT

Nuestro proyecto ha consistido en mezclar resina epoxi junto con un catalizador y un espesante alimenticio. El objetivo era conseguir un material menos perjudicial y más barato que la mezcla entre la resina epoxi y algunos aditivos. El resultado obtenido es un material con bastante resistencia, impermeable, flexible en láminas pequeñas, aparte de ser muy buen pegamento. Esta mezcla dada las características que tiene puede poseer diferentes funciones dependiendo de la cantidad de espesante usado ya que este varía notablemente sus propiedades, pasando de un pegamento a una masilla utilizable en baños como junta de baldosas o azulejos.

© 2021 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

## 1. Introducción

La resina epoxi es conocida por sus grandes cualidades adhesivas que la hacen un producto versátil, presentan habitualmente buenas propiedades ya sean mecánicas, químicas y térmicas. Estas características, junto con el extenso conocimiento en los procesos químicos de formación de la resina y su relación con las propiedades finales del material, son la causa del amplio rango de usos que han desarrollado las resinas epoxi desde su comercialización, por primera vez, a mediados del siglo XX. Tienen un amplio rango de aplicaciones en la industria. También es un producto durable que puede ser utilizado en varios materiales como madera, textiles, vidrios o metales. El epoxi se crea mezclando dos componentes coordinados. Al mezclar la resina líquida con un endurecedor adecuado, se pone en marcha una reacción química que suele durar varias horas. Después de que los componentes se han mezclado, no sólo se irradia calor, sino que el material también cambia del estado líquido al estado sólido de agregación. Con la gran amplitud de resinas que se encuentran en el mercado hemos decidido crear una nueva forma de mejorar las propiedades y reducir el gran costo de la resina epoxi con sus aditivos más usuales en la industria como las micro esferas de vidrio o sílice coloidal ya que estas son más costosas y perjudiciales para la salud.

Con esta idea queremos estudiar cual es el comportamiento, funcionalidad y composición que tiene una resina epoxi junto con un espesante, hemos optado por un aditivo más económico y dañino y que pueda cumplir ciertos requisitos medioambientales para un futuro empleo de este.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Materiales

Los materiales utilizados para elaborar nuestro proyecto han sido la resina *Cronopox 1321* es un producto de reacción de epíclorhidrina y bisfenol A modificada con un diluyente reactivo aromático monofuncional, junto con el Catalizador 1156 es una poliamina cicloalifática modificada utilizada como agente de curado a

temperatura ambiente para resinas epoxi, (ambos productos son del Grupo *Plastiform*). Por último, el espesante de la marca *Fresubin*.



Fig.1. Resina *Cronopox* de 1 kg, Catalizador 1156 de 500 g y espesante de 500 g, respectivamente.

### 2.2. Obtención del material

Para preparar la resina antes debemos tomar las precauciones necesarias que son el uso de mascarilla para evitar la inhalación de la resina, uso de guantes para evitar contacto con la piel ya que puede provocar alergia o irritación de la piel o quemaduras en caso del catalizador, todo ello con buena ventilación, a temperatura ambiente (25 °C) y mayor de 15 °C ya que para trabajar con la resina debe estar a dicha temperatura mínima.

Comenzamos añadiendo la cantidad de resina que queramos emplear en nuestro caso han sido 14 cucharadas de 15 ml (210 ml de resina), mezclamos el compuesto con el endurecedor o catalizador, las cantidades en este caso siempre son la mitad que la resina, es decir, 7 cucharadas de 15 ml (105 ml de catalizador). Una vez mezclado en un bote para que comience la reacción de curado debemos remover la mezcla lentamente para evitar la aparición de burbujas y el endurecimiento del compuesto, raspando todo el material que pudiera quedar en los laterales y fondo del bote hacia el centro de este. Mezclar los dos componentes en la proporción indicada es fundamental para una perfecta homogeneización de la mezcla.

A continuación, vamos introduciendo en pocas dosis la cantidad de espesante que queramos añadir al compuesto ya que determinará

ciertas propiedades, previamente hemos molido el espesante para reducir el grano.



Fig.2. Adición del espesante en pocas cantidades.

Una vez introducido todo el espesante que deseamos añadir quedará una especie de masilla pastosa debido al espesante ya que sin el uso de ella sería un fluido, dependiendo de la cantidad de espesante variará la viscosidad, lo cual es importante en cuanto a sus propiedades. Para finalizar verteremos todo el contenido en el molde de las probetas de ensayos para estudiar el material. El tiempo de curado o endurecimiento se encuentra en 2-5 días a temperatura ambiente, siendo posible a más temperatura gracias a la ayuda de un horno.



Fig.3. Resultado final del material.

2.2.1. Otra forma de elaborar

En este apartado queremos subrayar la posibilidad de hacer el material en distinto orden ya que podemos verter primero la resina junto con el espesante (las cantidades se valoran independientemente de lo que se quiera obtener), en cuanto el catalizador podemos añadirlo al final ya que su función es endurecer o el curado de la resina. El resultado obtenido es el mismo y no cambia su comportamiento.

2.3. Reacciones

Las reacciones llevadas a cabo son las de la propia resina conformado por bisfenol A y epíclorhidrina la cual da el compuesto epoxídico, posteriormente al añadir el endurecedor, una poliamina cicloalifática que poseen anillos aromáticos esto hace que presenten menor volatilidad, mayor estabilidad a la luz, menor reactividad y mejor retención de colores, encontramos grandes dificultades en el curado a temperatura ambiente, debido a su baja reactividad. Dado que el catalizador produce una reacción exotérmica al comprobar la reacción con la resina se observó un aumento de la temperatura en el compuesto.

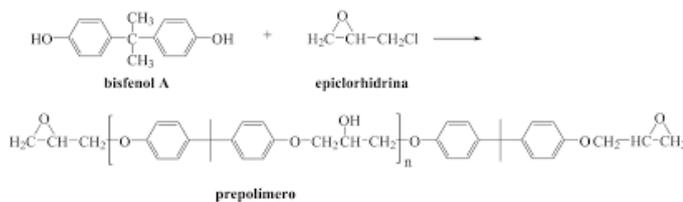


Fig.4. Reacciones de los compuestos llevadas a cabo por la propia resina.

En cuanto a los compuestos formados por el espesante cabe destacar que está formado por polisacáridos y polímeros derivados de la

glucosa como la maltosa o celulosa lo cual los hacen buenos aditivos a nivel químico.

2.4. Ensayos

2.4.1. Ensayo de tracción

Para este ensayo hemos realizado un sistema de abrazaderas el cual se han sujetado por cuerdas colgando por encima una barra metálica y debajo una bolsa con peso el cual se puede ir añadiendo a medida que evoluciona el comportamiento de la probeta. Con la finalidad de hallar la resistencia máxima que pueda soportar el material.



Fig.5. Sistema de mordazas de la probeta y ensayo de tracción

2.3.2. Ensayo de permeabilidad

Este ensayo ha consistido en meter distintas probetas en agua diferentes cantidades de tiempo y valorar cual es el resultado para su posterior aplicación.



Fig. 6. Primeros minutos del ensayo

2.4.2. Ensayo ignífugo

El siguiente ensayo está elaborado por diferentes probetas a distintas temperaturas de quemado, para ello hemos utilizado un mechero y lo hemos situado a diferentes distancias para hallar su eficacia ante el fuego.



Fig.7. Ensayo ignífugo

2.4.3. Ensayo de flexión

En este ensayo llevado a cabo, consiste en hallar la resistencia a flexión mediante la ecuación:

$$\sigma = \frac{3FL0}{2wh^2} \qquad (1)$$

La cual determina la resistencia máxima de esta siendo: (F) la fuerza, (L0) el largo de la probeta, (w) es el ancho y (h) la altura.



Fig.8. Ensayo de flexión

### 2.4.4. Ensayo calorífico

Para este ensayo hemos utilizado un secador el cual alcanza una temperatura de entre 50°C- 60°C el cual son temperaturas que se encuentran por debajo de la Tg (temperatura de transición vítrea) de la resina epoxi.



Fig.9. Ensayo calorífico

## 3. Resultados

### 3.1. Densidad del material

Antes de ver el resultado de los experimentos hallamos la densidad del material que creamos, para ello se utiliza la ecuación:

$$d = \frac{m}{V} \quad (2)$$

donde (m) es la masa en gramos y (V) el volumen en cm<sup>3</sup>. Hallamos el volumen midiendo unas de las probetas. L<sub>0</sub>=63 mm, w=15,83 mm, h=16,83 mm. Pesamos la muestra en una báscula, en nuestro caso dio 22 g. Calculamos mediante la ecuación y da como resultado 1,31 g/cm<sup>3</sup>.

### 3.2. Ensayo de tracción

Al realizar el ensayo de tracción nos dimos cuenta de que la probeta se alargaba un milímetro por cada kilogramo que añadíamos a la bolsa, tomamos 26 mm entre marcas de referencia, al llegar a los 20 kg las cuerdas que sujetan las mordazas se soltaban y no pudimos concluir el ensayo, ni siquiera salimos de la zona de deformación elástica.

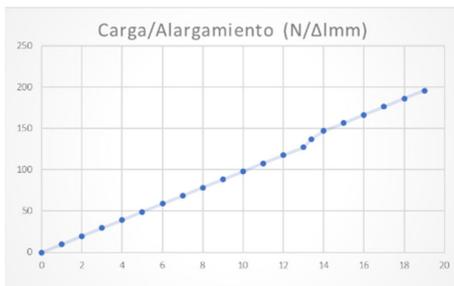


Fig.10. Gráfica del ensayo de tracción

Tabla 1. Valores del ensayo de tracción

ENSAYO DE TRACCIÓN			
Medidas			
Masa (Kg)	Peso (N)	Distancia(mm)	Probeta (mm)
0	0	0	26
1	9,8	1	27
2	19,6	2	28
3	29,4	3	29
4	39,2	4	30
5	49	5	31
6	58,8	6	32
7	68,6	7	33
8	78,4	8	34
9	88,2	9	35
10	98	10	36
11	107,8	11	37
12	117,6	12	38
13	127,4	13	39
14	137,2	13,4	39,4
15	147	14	40
16	156,8	15	41
17	166,6	16	42
18	176,4	17	43
19	186,2	18	44
20	196	19	45

### 3.3. Ensayo de permeabilidad

Tras dejar una primera muestra en agua durante 20-30 min no hubo indicios de que el material fuese erosionado o disuelto en el agua, lo cual cumple una de las propiedades de la resina, la segunda muestra tras más de siete horas se vio bien afectada ya que se había reducido su tamaño considerablemente lo que nos llevó a pensar que es debido al espesante ya que este ha corrompido una de las propiedades del epoxi. Por lo tanto, tenemos como resultado que el material es permeable a grandes cantidades de tiempo sumergidas en agua, pero capaz de soportar bien la humedad o pequeñas gotas.



Fig.11. Ensayo por más de 7 horas sumergida en agua

### 3.4. Ensayo ignífugo

Tras quemar algunas muestras de material a diferentes temperaturas de más de 800 °C grados se observa que el material se vuelve blanquecina, y llegando a quemarse completamente a los 1500 °C.



Fig.12. Muestra completamente quemada

### 3.5. Ensayo de flexión

Tras hallar el peso máximo en la que la probeta rompía que fueron 127,4 N (13 kg de masa), decidimos calcular cual fue la tensión máxima mediante la ecuación (1). Ahora sólo tenemos que sustituir y obtendremos el resultado que es σ=2,69 MPa.



Fig.13. Probeta partida por el ensayo de flexión

### 3.6. Ensayo calorífico

Para este último ensayo al calentar las muestras se observó que se volvían blanquecinas y más blandas en prácticamente dos minutos, al cabo de unos minutos después volvió a recuperar su color inicial y su endurecimiento.

## 3. Conclusiones

Las conclusiones a las que hemos llegado realizando estos experimentos son varias, el espesante utilizado no es un material que se use de forma estructural ya que no es ni su función, pero al emplearlo junto con el epoxi ha reaccionado positivamente lo cual se puede decir que funciona como aditivo. Las propiedades del epoxi se han visto muy afectadas ya que han disminuido drásticamente como es el ejemplo de permeabilidad o flexión ya que en una resina convencional incluso con aditivos son mayores las cifras en estos ensayos, algunos usos que se le puede dar a este material son variados, pero las más eficaces serían las de pegamento o unión de baldosas, además de creación de moldes debido a su flexibilidad, así como objetos flexibles o con buena resistencia calorífica. En el caso de querer decorarlo cabe la posibilidad de añadir aditivos colorantes, para aumentar sus propiedades se pueden añadir fibras ya que son compatibles con el uso de la resina epoxi. En conclusión, este material puede servir para muchas tareas cotidianas al fin de al cabo es muy barato realizarlo además que no contamina y no es nada perjudicial si se manipula adecuadamente.

## 4. Agradecimientos

Para finalizar, quisiéramos agradecer al personal docente de la asignatura por su gran labor de enseñanza de los contenidos para realizar el proyecto y su ayuda. Asimismo, a nuestras familias por la ayuda y apoyo con los recursos necesarios para trabajar en el proyecto.

## 5. Bibliografía

- [1] <https://acrylgiessen.com/es/resina-epoxi-guia/>
- [2] [https://es.wikipedia.org/wiki/Resina\\_epoxi](https://es.wikipedia.org/wiki/Resina_epoxi)
- [3] <https://www.becosan.com/es/peligros-del-epoxi/>
- [4] <https://www.gazechim.es/noticias/actualidad/resina-epoxi/#:~:text=CURADO%20RESINA%20EPOXI&text=El%20curado%20de%20la%20resina,logran%20tras%20un%20post%2Dcurado>
- [5] <https://www.nutricionemocional.es/productos/fresubin-r-espesante>
- [6] [https://www.youtube.com/watch?v=G\\_wBOZzhveY](https://www.youtube.com/watch?v=G_wBOZzhveY)
- [7] <https://www.youtube.com/watch?v=wsD8bim-TWQ>
- [8] [http://polired.upm.es/index.php/ingenia\\_materiales](http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales)