

Análisis de la influencia en las características mecánicas de un adhesivo estructural en base epoxi en función de las variables de producción

ALBERTO LAHUERTA NOGUER

Trabajo fin de grado

TUTOR: JUAN ANTONIO GARCÍA MANRIQUE

TUTOR EN EMPRESA: ENRIQUE CORTÉS FIBLA

ÍNDICE

1. Contexto del trabajo
2. Introducción
3. Objetivos
4. El producto
5. Fabricación
6. Control de calidad
7. Probetas
8. Ensayos
9. Resultados
10. Conclusiones
11. Presupuesto

1. Contexto del trabajo

- **Años 70-80:** Comienzo industria energías renovables.
- **Siglo XXI:** Boom de la energía **eólica**.
- **Año 2010:** Graves desperfectos en palas de aerogeneradores.
- **Año 2014:** Nace **Aerox Advanced Polymers**.

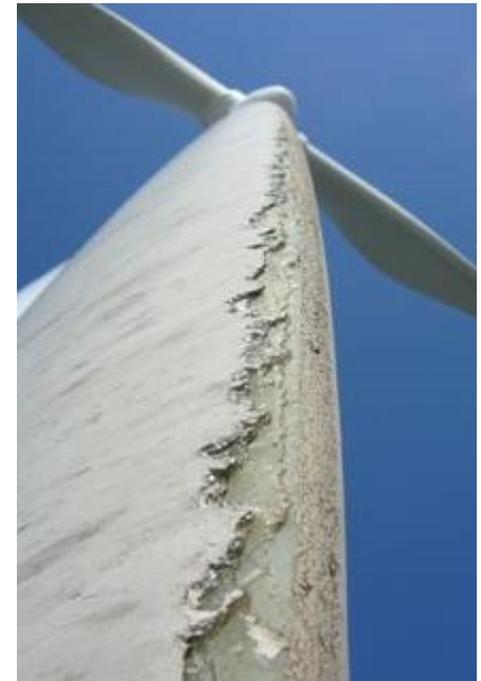


Figura 1.
Deterioro en el
borde de
ataque de una
pala de
aerogenerador.

2. Introducción

- Trabajo realizado en el desarrollo de prácticas en empresa en **Aerox Advanced Polymers**.
- Desarrollo de productos enfocados a la industria de la energía eólica.
- Adhesivo estructural de la serie **Epolit Fix® 900**.
- Proceso íntegro realizado para este proyecto.
- Ensayos mecánicos normalizados.

3. Objetivos

- **Fabricar** el producto de estudio desde cero.
- Verificar la **calidad** del producto mediante un control de calidad.
- Fabricar las **probetas** necesarias para los ensayos normalizados y ensayarlas.
- Obtener el producto con las mejores **características mecánicas** partiendo de los resultados de los ensayos.

4. El producto

- **Adhesivo estructural** diseñado específicamente para las palas de los aerogeneradores.
- Bicomponente
 - **Parte A:** Base epoxi, coloración amarilla.
 - **Parte B:** Base aminas, coloración azul.
- Dos versiones principales del mismo producto.

Figura 1.
Componentes
producto con
alto contenido
en aditivos
tixotropantes



Figura 2.
Componentes
producto con
bajo contenido
en aditivos
tixotropantes



5. Fabricación

- Fabricación íntegra en la empresa
 - Producto espeso: Agitadores en Fábrica.
 - Producto líquido: Agitadores en Laboratorio.
- Sometido a procesos para **eliminar burbujas** procedentes del mezclado
 - Presión negativa en cámara de **vacío**.
 - Aumento de **temperatura**.

Id. Producto	Vacío	Temperatura	Contenido aditivos
Nº1	SI	SI	BAJO
Nº2	SI	NO	BAJO
Nº3	NO	SI	BAJO
Nº4	NO	NO	BAJO
Nº5	-	-	ALTO

6. Control de calidad

- Certificación de las características físicas del material.
- Resultados obtenidos → Rango de valores de la **TDS**.
- Controles realizados
 - Viscosidad.
 - Densidad.
 - Exotermia.
 - SAG.



Figura 3.
Viscosímetro
utilizado
para el
control de
calidad.

7. Probetas

- Fabricación de las probetas según normativa del ensayo.
- Se hace uso de moldes mecanizados.
 - Tracción
 - **Curado:** 4h a 80°C. Rampas de subida y bajada de 1h desde 25°C.
 - Probetas tipo **1B**.



Figura 4. Moldes para probetas de tracción y probetas de tracción 1B.

7. Probetas

- Compresión
 - **Curado:** 4h a 80°C. Rampas de subida y bajada de 1h desde 25°C.
 - Proceso posterior al curado.



Figura 5.
Probetas de compresión
antes y después del refinado.

- Transición vítrea
 - **Curado:** 2h a 80°C.
 - Piezas de mayor tamaño para posterior fragmentación.



Figura 6.
Probetas de TG.

8. Ensayos

○ Ensayo de **tracción**

- Ensayo normalizado de tracción.
- Máquina universal de ensayos.
- Configurado según la norma **UNE-EN ISO 527**.



Figura 7. Probeta sometida a tracción.

○ Ensayo de **compresión**

- Ensayo normalizado de compresión.
- Máquina universal de ensayos.
- Configurado según la norma **UNE-EN ISO 604**.



Figura 8. Probeta sometida a compresión.

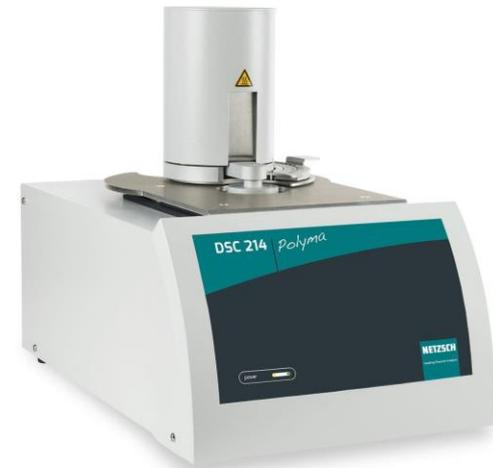
8. Ensayos

- Temperatura de transición vítrea.
 - Cambio **reversible** de fase.
 - Paso de polímero amorfo, de estado rígido a plástico.
 - Según la norma **UNE-EN ISO 11339**.
 - Se hace uso de un **DSC**.

Figura 9.
Portacrisoles
del DSC.

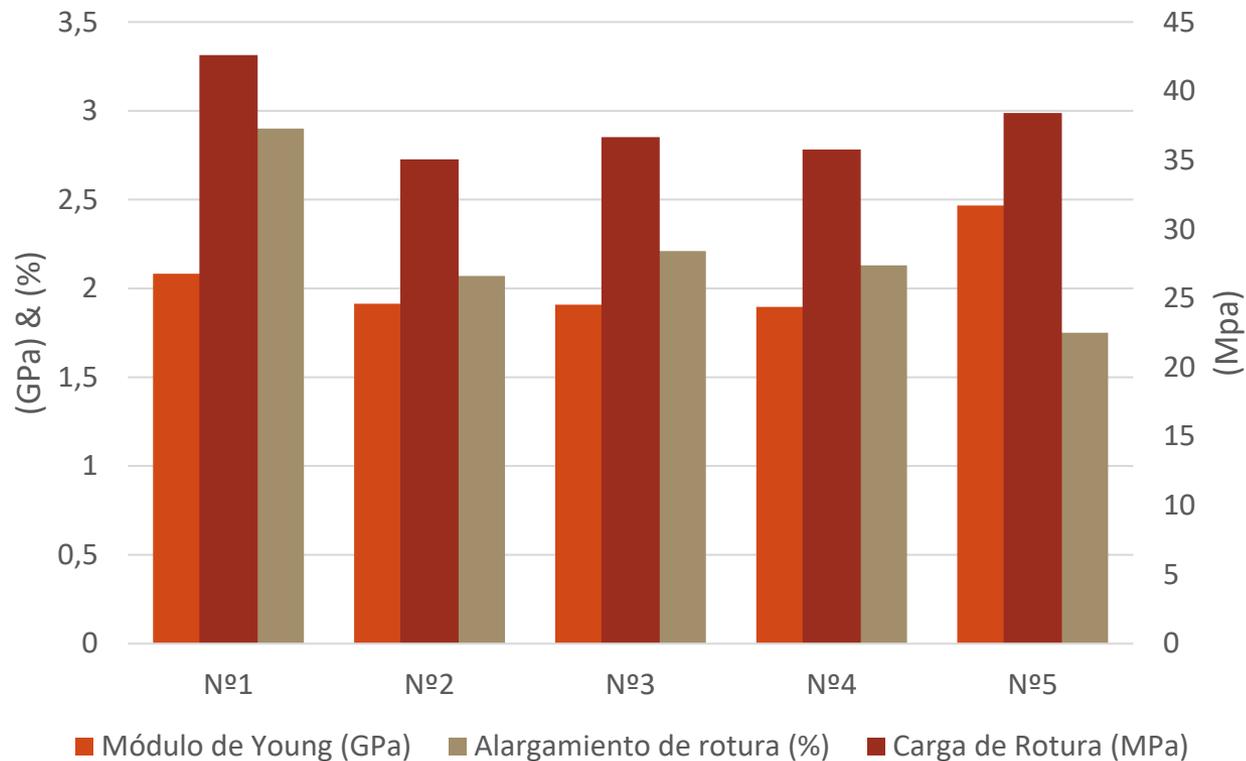


Figura 10. Escáner
de calorimetría
diferencial (DSC).



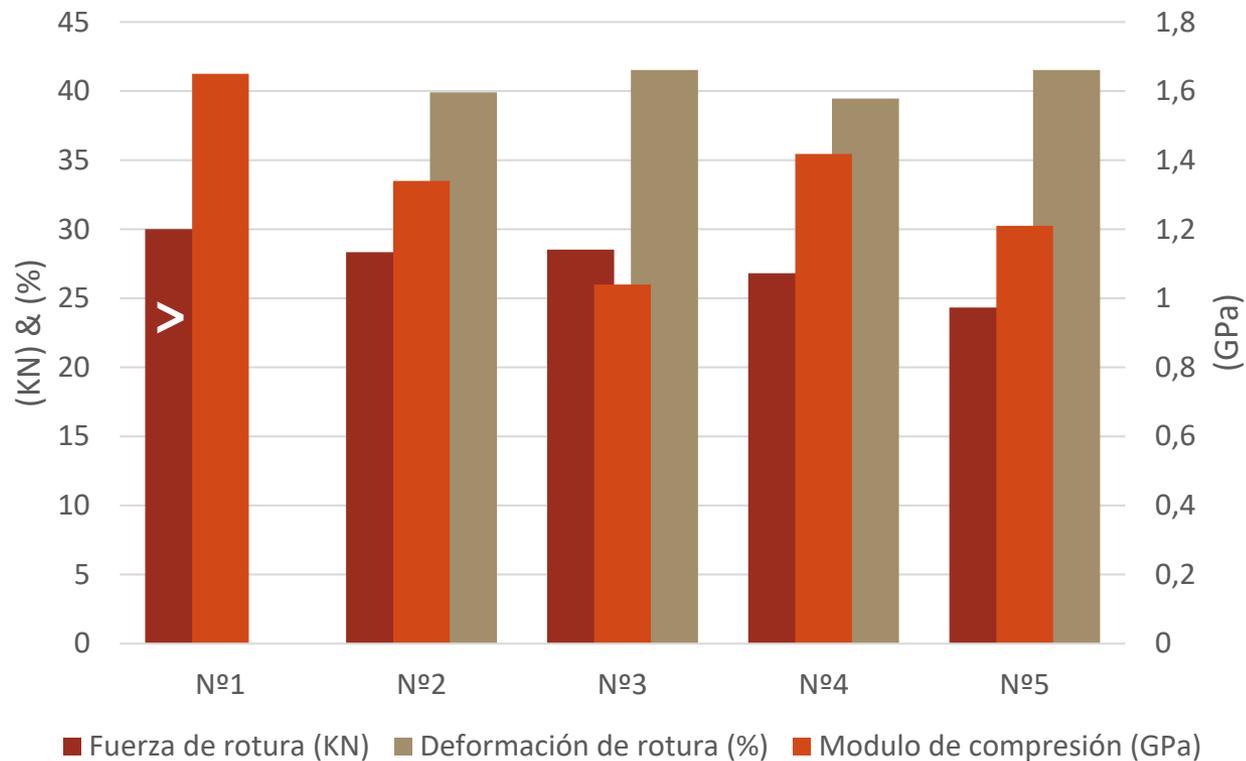
9. Resultados

○ Ensayo de tracción



9. Resultados

○ Ensayo de Compresión



9. Resultados

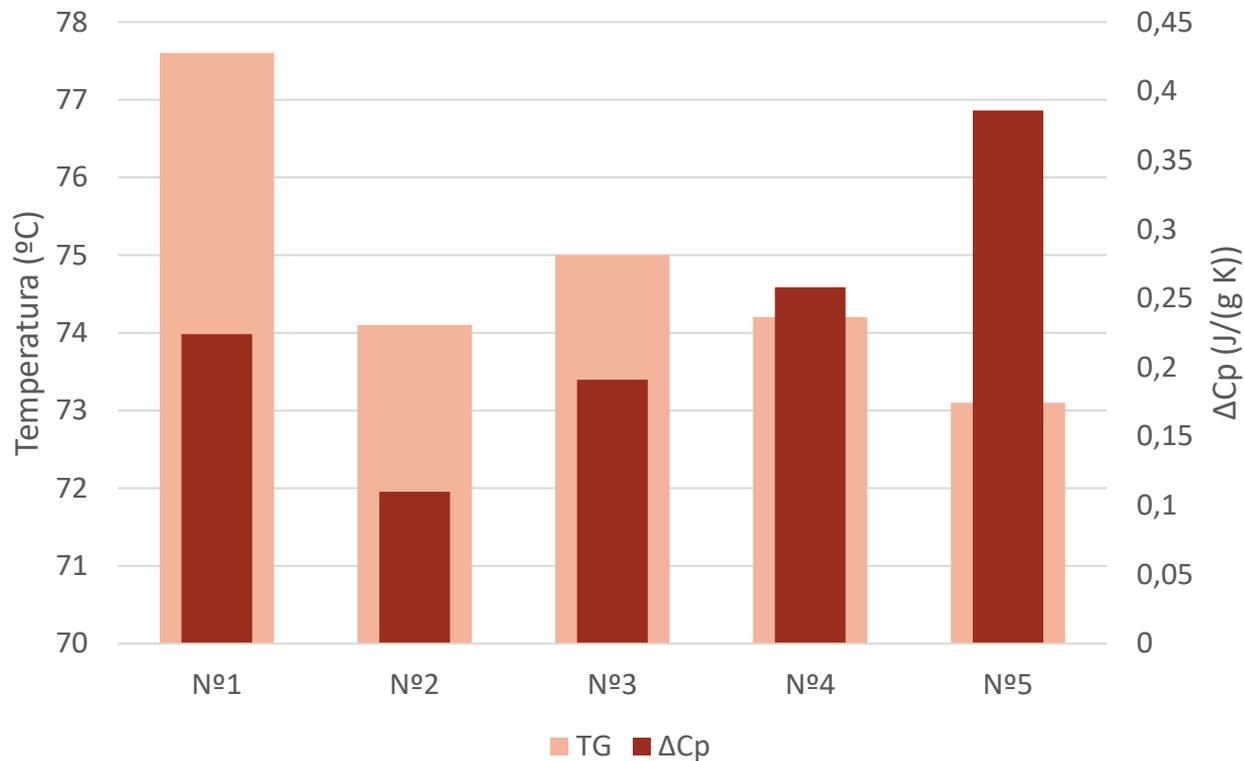
- Ensayo de Compresión



Figura 11. Probetas del producto N°1, antes y después del ensayo de compresión.

8. Resultados

○ Ensayo de TG



10. Conclusiones

- Producto **Nº5** mejor módulo de Young en tracción.
- Producto líquido mejor comportamiento en **zona plástica**.
- A compresión el producto **Nº1** es el que mejores propiedades presenta.
- Mejor resultado en TG es del producto **Nº1**.
- En general el producto **Nº1** es el mejor mecánicamente porque  desviación típica.

1.1. Presupuesto

Presupuesto total del TFG

Descripción	Coste (€)
Recursos humanos	11595
Licencias de software	9
Uso de equipos	654,5
Material de laboratorio	213,2
Material de fabricación	919,8
Ensayos	2300
Total	15691,5

QUINCE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS Y 50 CÉNTIMOS

Análisis de la influencia en las características mecánicas de un adhesivo estructural en base epoxi en función de las variables de producción

FIN DE LA PRESENTACIÓN

Gracias por su atención

Alberto Lahuerta Noguer



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



protecting the future