

Bienvenid@s

WEBINAR



Sigue el Webinar

2



#WebinarsAEMAC



IDEKO

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE



Dr. Francisco Javier Vallejo Rasero

Procesos de Fabricación

IDEKO S. Coop.

fjvallejo@ideko.es

***Automatización de la fabricación con curado ultravioleta de composites
de fibra de vidrio***

30 de Septiembre 2021, 17:00 (Madrid, GMT+2)



AUTOMATIZACION DE LA FABRICACIÓN CON CURADO ULTRAVIOLETA DE COMPOSITES DE FIBRA DE VIDRIO

ID EKO

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

AEMAC
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MATERIALES COMPUESTOS



¿Quiénes somos?

Somos un **centro tecnológico** especializado en tecnologías de fabricación y producción industrial.

5

4 grupos de investigación:



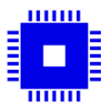
DINÁMICA Y CONTROL

Mejoramos el comportamiento dinámico de máquinas y procesos.



DISEÑO E INGENIERÍA DE PRECISIÓN

Diseño y desarrollo de productos de altas prestaciones.



TICS Y AUTOMATIZACIÓN

Tecnologías de la información (TICS) para fabricación y producción industrial.



PROCESOS DE FABRICACIÓN

Tecnologías avanzadas de fabricación y mejora de procesos.



ÍNDICE

6

- » **Características resinas UV**
- » **Objetivo**
- » **Histórico del desarrollo**
- » **Célula fabricación preimpregnados y composites UV**
 - Proceso de fabricación de preimpregnados UV
 - Proceso de fabricación de composites UV
 - Caracterización composites UV
- » **Composites ignífugos de curado UV**
- » **Próximas acciones**

Características resinas UV

Características Resinas Curado UV

8

»Excelentes características:

- Curado ultrarrápido → reducción horas de proceso
- Curado selectivo → no curan sin irradiación UV
- No necesidad de hornos de curado de grandes dimensiones
- Fotoiniciadores BAPO (bisacylphosphine oxide) → Absorción en el UV-cercano-Vis alrededor de 350-380 nm, que se extiende hasta 420-440 nm → Curado en profundidad
- Emisiones contaminantes muy bajas (eliminación de estireno)

»Desventajas:

- Necesidad de materiales transparentes a la luz UV → Fibra Vidrio

1.

Objetivo

1. Objetivo

10

- » Disponer proceso **Cost-effective** Fabricación de composites de **fibra de vidrio**:
- » **Sectores de aplicación (eólico, naval, ferroviario, automoción)**
- » **Desarrollo proceso para la automatización:**
 - Impregnación resina
 - Precurado prepregs
 - Consolidación composites (diferentes procesos)

1.1. Ejemplos de aplicación

11

AUTOMOCIÓN



Testero



Módulo de aseo



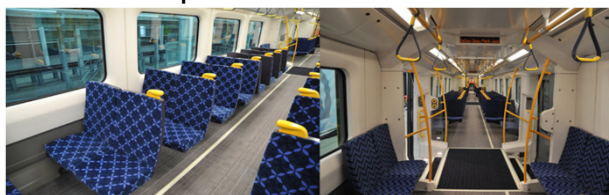
FERROVIARIO



Testero



Componentes interiores



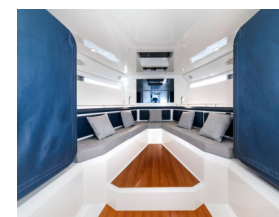
NAVAL



Casco



Componentes interiores



2.

Histórico del desarrollo

2. Histórico del desarrollo

13

**DanobatGroup
(Danobat Fibra)**

2008

Automatización
completa de palas de
aerogeneradores.



2. Histórico del desarrollo

14

**DanobatGroup
(Danobat Fibra)**

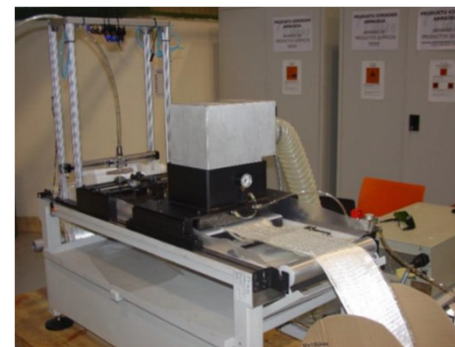
2008

Automatización
completa de palas de
aerogeneradores.

**Curado UV
composites
(sector eólico)**

2011

Curado capa - capa.



**Prototipo de impregnación,
compactación y curado**

2. Histórico del desarrollo

15

**DanobatGroup
(Danobat Fibra)**

2008

Automatización
completa de palas de
aerogeneradores.

**Curado UV
composites
(sector eólico)**

2011

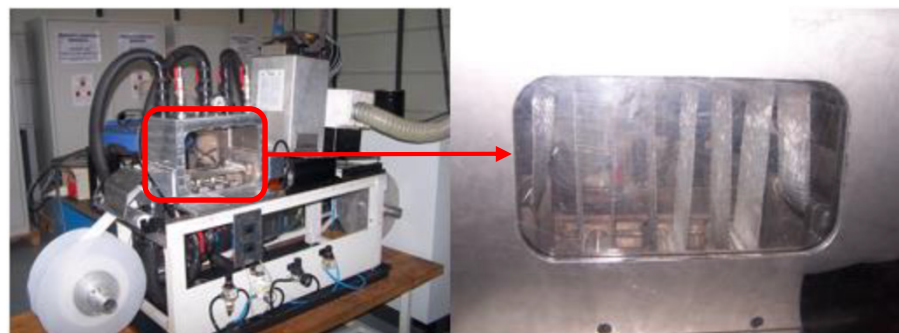
Curado capa – capa.

**Fabricación
automática de
composites FV**

2012

**Prototipo de
impregnación,
compactación y curado.**

**Cámara de
impregnación de resina.**



Cámara de impregnación de telas

2. Histórico del desarrollo

16



2. Histórico del desarrollo

17

Publicación en *J. Compos. Sci.* *,
**Automatización del proceso
en 2 ETAPAS**

Desarrollo proceso Automatizado Fabricación Composites UV

- Impregnación
- Consolidación
- Curado UV

Estudio:

- Curado UV → Monitorización mediante DEA (Análisis Dieléctrico, NETZSCH)
- Evaluación → Relación tiempo exposición UV – Grado de curado UV

Resultados Destacados:

- FVF afectado por el tiempo de exposición y presión de compactación
- Presiones ↑ 4 bar para ↑ propiedades mecánicas VS infusión y laminado manual

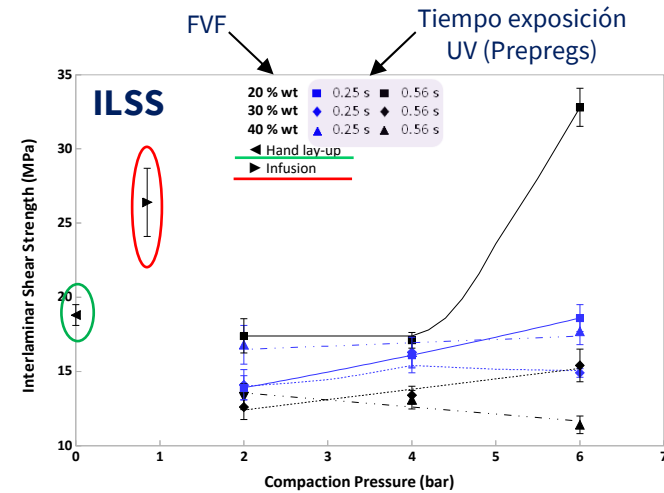
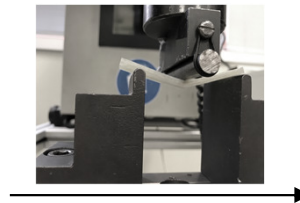
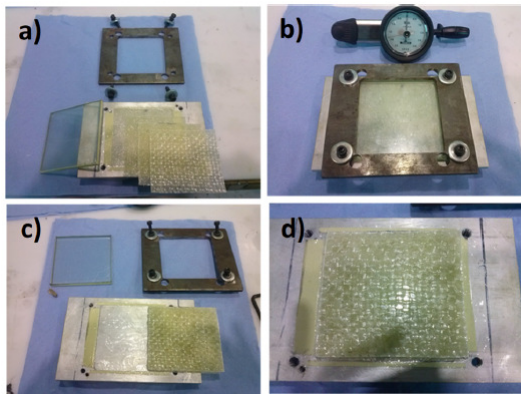
*G. Pérez-de-Eulate, N.; Iztueta, A.A.; Gondra, K.; Vallejo, F.J. Influence of the Fibre Content, Exposure Time, and Compaction Pressure on the Mechanical Properties of Ultraviolet-Cured Composites. *J. Compos. Sci.* **2020**, *4*, 30, doi:10.3390/jcs4010030.

2. Histórico del desarrollo

18

Resultados ILSS

(a) Laminado Prepregs; (b) Consolidación prepregs mediante Presión + UV; (c) vidrio, marco, composite UV; (d) Comppsite UV curado

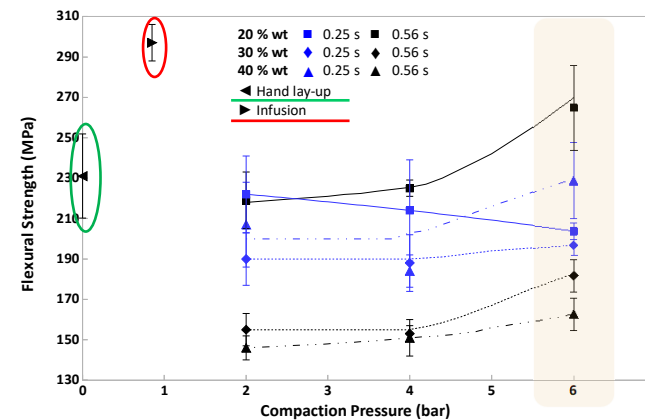
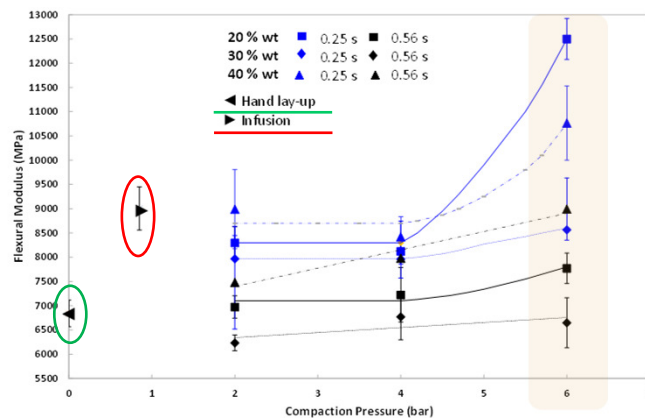


G. Pérez-de-Eulate, N.; Iztueta, A.A.; Gondra, K.; Vallejo, F.J. Influence of the Fibre Content, Exposure Time, and Compaction Pressure on the Mechanical Properties of Ultraviolet-Cured Composites. *J. Compos. Sci.* **2020**, *4*, 30, doi:10.3390/jcs4010030.

2. Histórico del desarrollo

19

Resultados Módulo Flexión → Necesario aplicar una ↑ presión a los compuestos para reducir los posibles vacíos entre los diferentes laminados. Mejor contacto superficial entre resina-fibras



G. Pérez-de-Eulate, N.; Iztueta, A.A.; Gondra, K.; Vallejo, F.J. Influence of the Fibre Content, Exposure Time, and Compaction Pressure on the Mechanical Properties of Ultraviolet-Cured Composites. *J. Compos. Sci.* **2020**, *4*, 30, doi:10.3390/jcs4010030.

2. Histórico del desarrollo

20

**DanobatGroup
(Danobat Fibra)**

2008

Automatización
completa de palas de
aerogeneradores.

**Curado UV
composites
(sector eólico)**

2011

Curado capa – capa.

**Fabricación
automática de
composites FV**

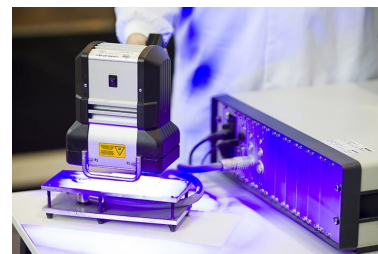
2012

Prototipo de
impregnación,
compactación y curado.
Cámara de impregnación
de resina.

**Curado UV etapas.
Inicio automatización
fabricación preregs**

2015

**Desarrollo resina UV.
Carrocerías ligeras
para vehículos de
emergencia.**



2. Histórico del desarrollo

21

**DanobatGroup
(Danobat Fibra)**

2008

Automatización
completa de palas de
aerogeneradores.

**Curado UV
composites
(sector eólico)**

2011

Curado capa – capa.

**Fabricación
automática de
composites FV**

2012

Prototipo de
impregnación,
compactación y curado.
Cámara de impregnación
de resina.

**Curado UV etapas.
Inicio automatización
fabricación preregs**

2015

Desarrollo resina UV.
Carrocerías ligeras
para vehículos de
emergencia.

**Fabricación
prototipos
preregs y
composites UV**

2016

**Preregs curado UV.
Robot Compactación UV.**

**Inicio desarrollo
componentes ignífugos
(sector ferroviario)**



2. Histórico del desarrollo

22

**DanobatGroup
(Danobat Fibra)**

2008

Automatización
completa de palas de
aerogeneradores.

**Curado UV
composites
(sector eólico)**

2011

Curado capa - capa.

**Fabricación
automática de
composites FV**

2012

Prototipo de
impregnación,
compactación y curado.

Cámara de
impregnación de resina.

**Curado UV etapas.
Inicio automatización
fabricación prepregs**

2015

Desarrollo resina UV.

Carrocerías ligeras
para vehículos de
emergencia.

**Fabricación
prototipos
prepregs y
composites UV**

2016

Prepregs curado UV.
Robot Compactación UV.

Inicio desarrollo
componentes ignífugos
(sector ferroviario)

**Automatización
proceso corte y
curado UV
composites FV**

2017

Desarrollo prototipo
prepregs y
compactación
mediante vacío.

**Desarrollo
composites
ignífugos**

2020

En Desarrollo.

3.

Célula fabricación preimpregnados y composites UV

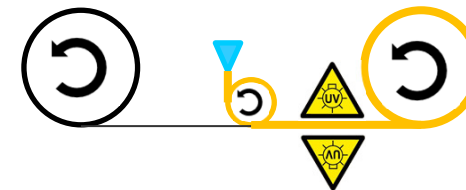
3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

24

»Proceso de fabricación de preimpregnados UV



Fabricación de preregs
Impregnación con rodillo de
resina y precurado UV



Proceso limpio y automático:

- ✓ Almacenamiento bobinas preregs a T_{amb}
- ✓ Evitar post-curados → Recubrimiento bobina con Film Opaco (Negro)

3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

25

Desbobinado material



**Impregnación FV+resina
con rodillo y precurado UV**



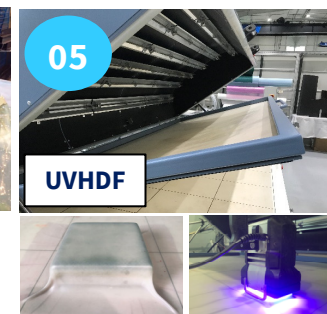
Bobinado



**Laminación prepreps
sobre molde**



Compactación laminado y curado UV final



3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

26

»Proceso de fabricación de preimpregnados UV

Proceso de Impregnación y Precurado UV:



3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

28

»Proceso de fabricación de preimpregnados UV

Proceso Impregnación FV + resina con rodillo:



3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

29

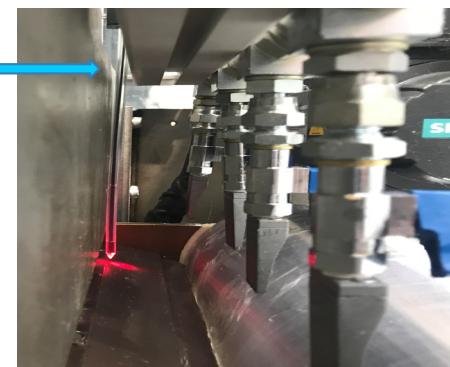
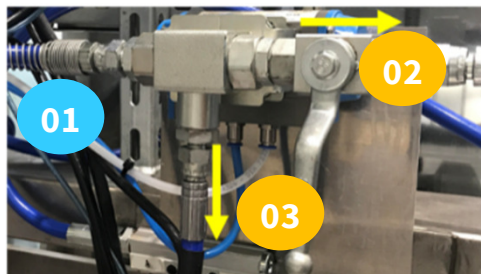
»Proceso de fabricación de preimpregnados UV

Proceso Control resina dosificada en rodillo:

Control nivel reserva resina: **Sensor fibra óptica**

Controlado mediante **Electroválvula**

- 01 Entrada Resina
- 02 Impregnación
- 03 Recirculación



3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

30

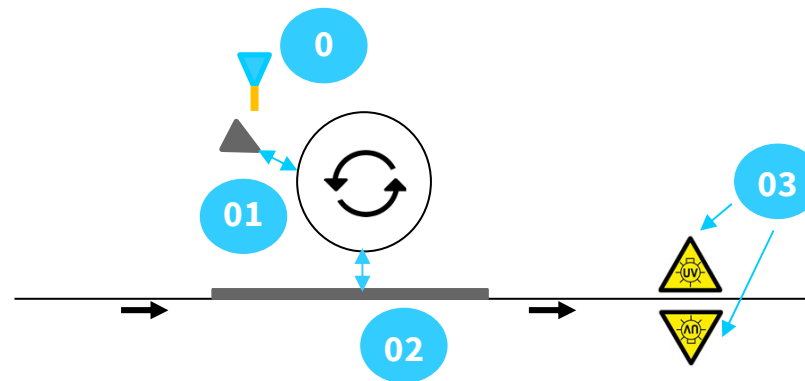
»Proceso de fabricación de preimpregnados UV

Proceso de Impregnación y Precurado UV:

Necesidad de optimizar:

- Cantidad resina sobre FV→ **FVF**
- Precurado→ **Enrollabilidad preregs**

- 0 Optimización viscosidad de la resina
- 01 Apertura zona reserva resina
- 02 Distancia tejido – rodillo
- 03 Intensidad radiación UV



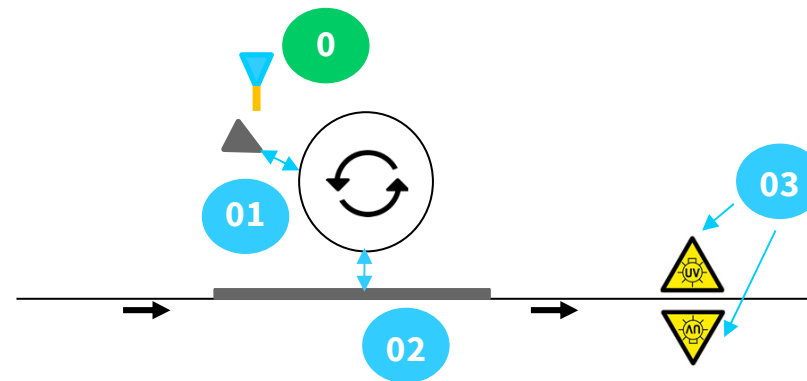
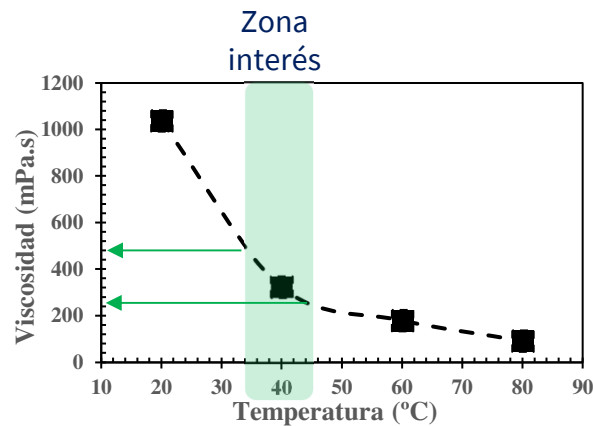
3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

31

»Proceso de fabricación de preimpregnados UV

Proceso de Impregnación y Precurado UV:

Viscosidad Resina vs Temperatura
 $T_{\text{óptima}}$: 35-45°C → Evitar deweting y goteo



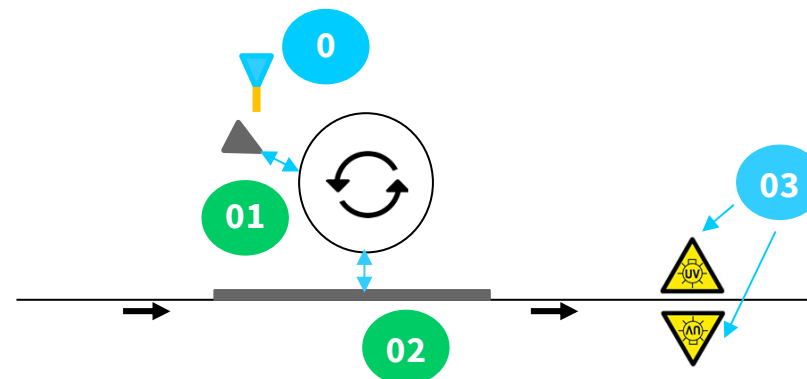
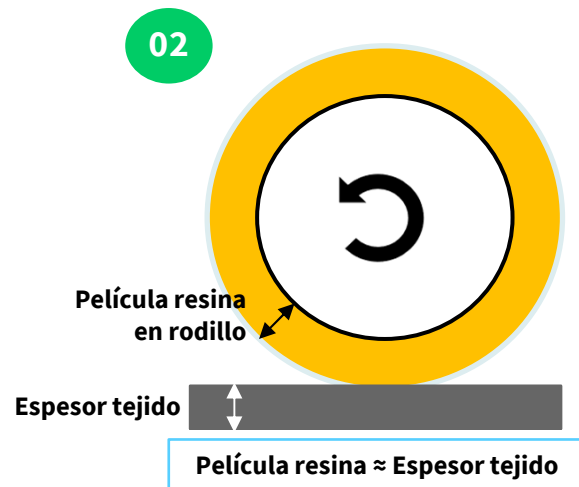
3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

32

»Proceso de fabricación de preimpregnados UV

Proceso de Impregnación y Precurado UV:

1. Apertura zona reserva resina:
 - Cantidad resina en rodillo
2. Distancia tejido-rodillo

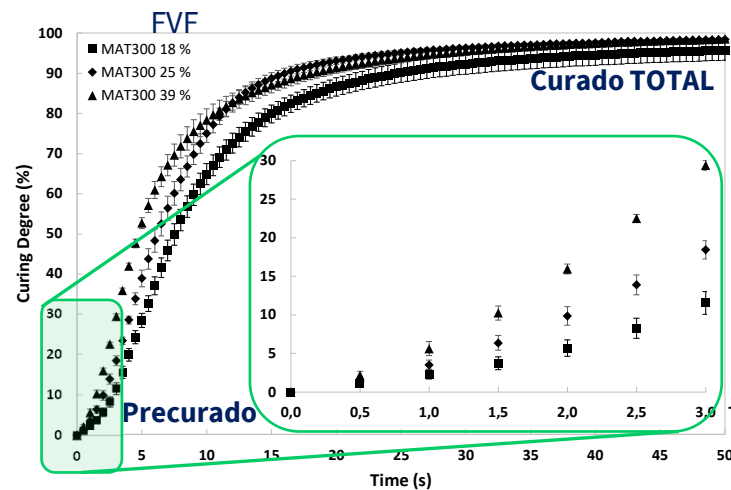


3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

33

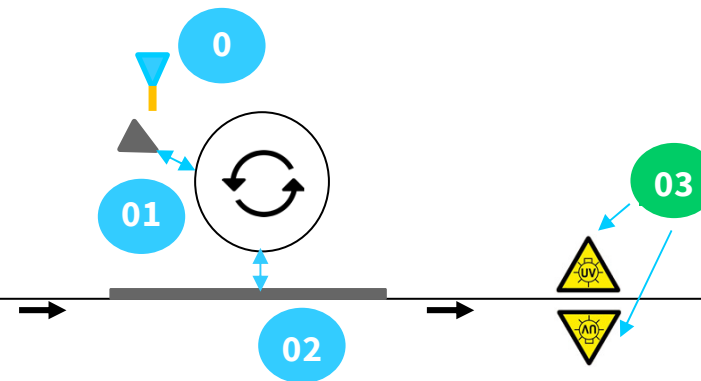
»Proceso de fabricación de preimpregnados UV

Proceso de Impregnación y Precurado UV:



3. Grado precurado prepregs:

- ✗ Desimpregnaciones → ✓ TACK
- ✓ Enrollabilidad



3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

34

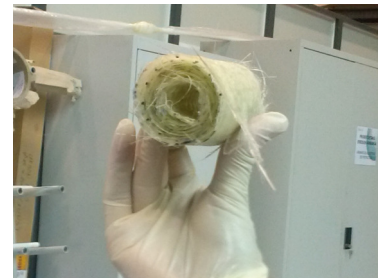
»Proceso de fabricación de preimpregnados UV

Proceso de Impregnación y Precurado UV:

3. Grado precurado prepregs:

✗ Desimpregnaciones → ✓ TACK

✓ Enrollabilidad

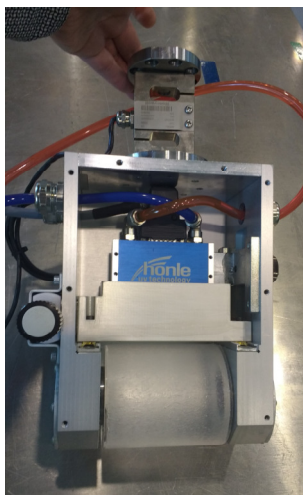


3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

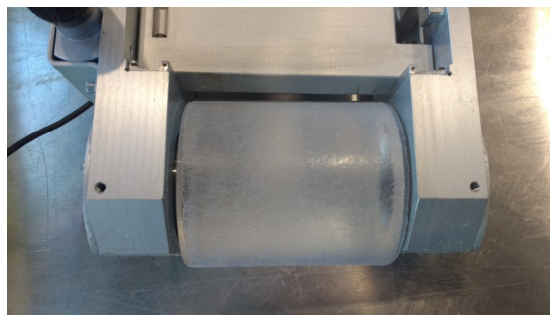
35

»Proceso de fabricación de composites UV

Montaje Célula de carga



Rodillo compactador cuarzo

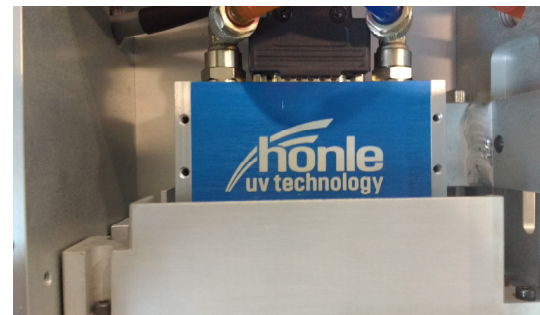


Compactación ROBOT UV:

(Cabezal cuarzo)

P= 6 bar

Fuente LED UV alta potencia

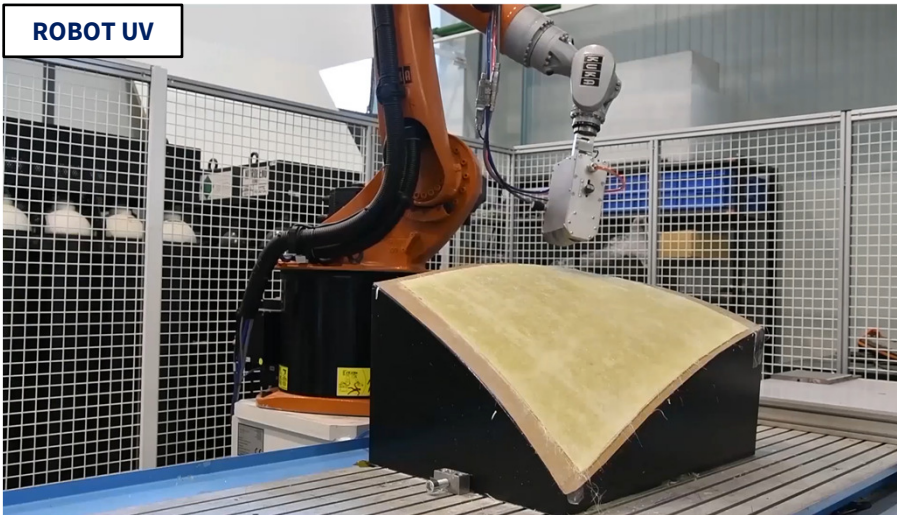


3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

36

»Proceso de fabricación de composites UV

ROBOT UV



Compactación ROBOT UV:

(Cabezal cuarzo)

P= 6 bar

Descripción partes Prototipo ROBOT:

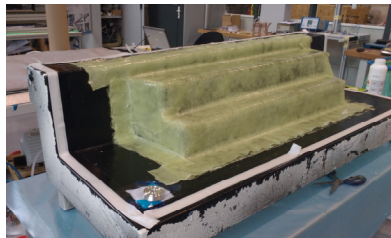
- Robot KUKA-KR16
- Rodillo compactador
- Célula de carga
- Controlador lámpara UV
- Refrigerador lámpara UV

3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

37

»Proceso de fabricación de composites UV

Compactación con BOLSA VACÍO:
P= -1 bar (Vacío)



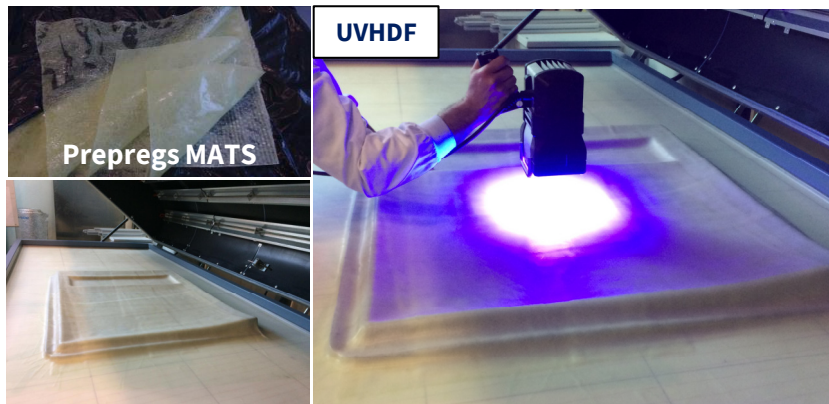
**Curado Selectivo con
lámpara móvil UV y Vacío**



3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

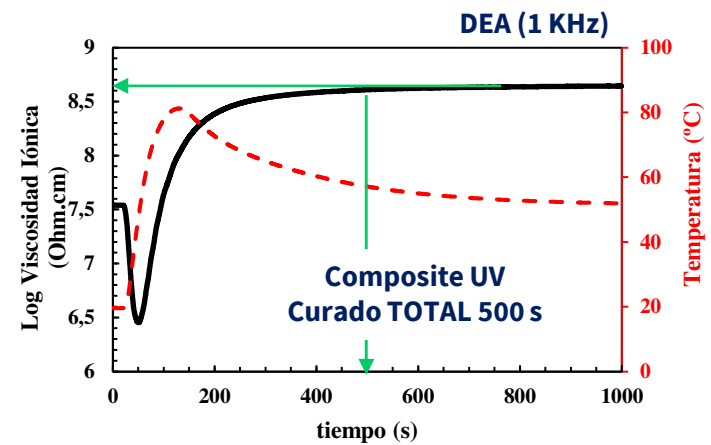
38

»Proceso de fabricación de composites UV



- Futura Integración en HDF lámparas UV
- Curado rápido, limpio, sin necesidad de auxiliares

Compactación en UVHDF:
(UV – Hot drape forming)
P= -1 bar (Vacío)

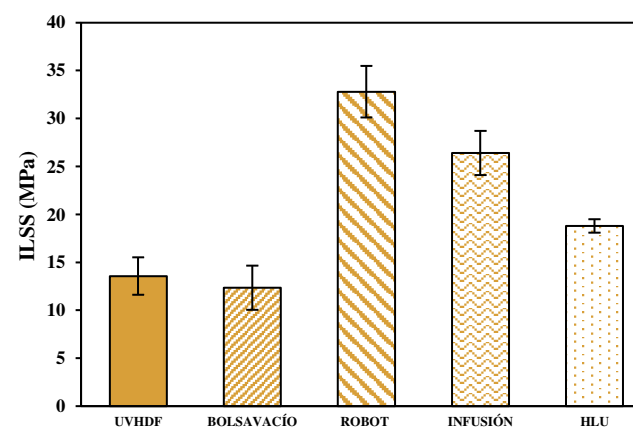
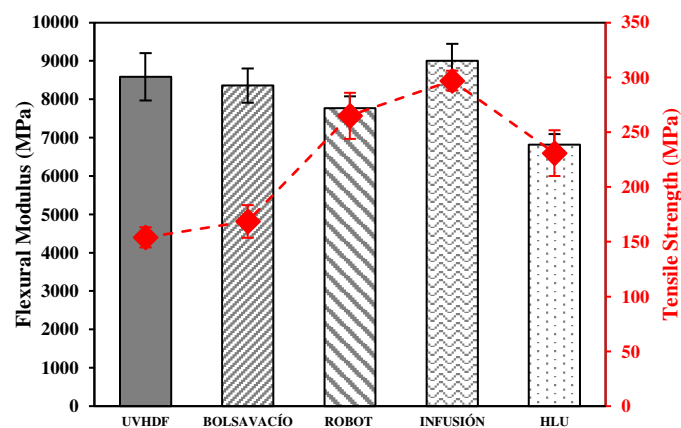


3. Célula Fabricación Preimpregnados y Composites UV

39

» Caracterización composites UV

	UVHDF	BOLSA VACÍO	ROBOT	INFUSIÓN	HLU (Hand-Lay-Up)
P (bar)	-1	-1	6	-0.85	1
FVF (%)	40	38	40	38	32



4.

Composites ignífugos de curado UV

4. Composites ignífugos de curado UV

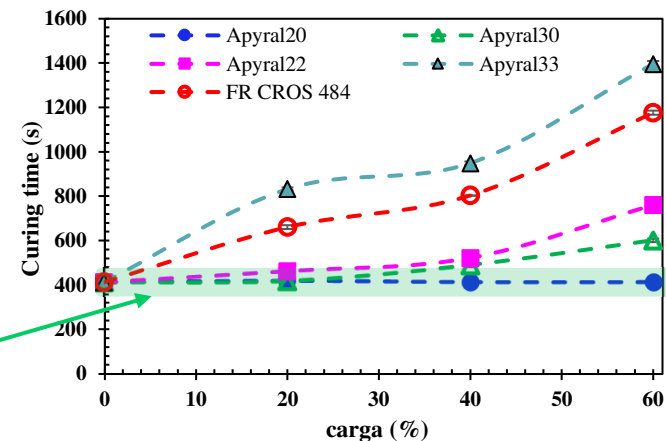
41

» Estudio Curado UV – Resina UV + Carga ignífuga

Investigación en selección cargas ignífugas comerciales + Resina UV (formulada IDEKO):

- Transparentes luz UV:
 - Apyral 20, 30, 22, 33 (hidróxido aluminio)
- No transparentes a la UV (utilizada en el sector ferroviario):
 - FR CROS 484 (polifosfato amónico)

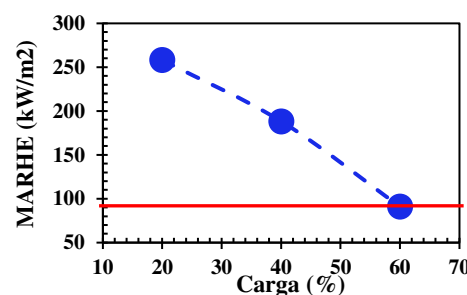
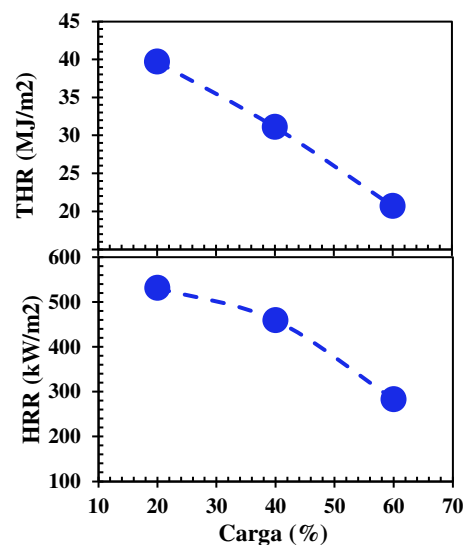
Selección de Carga ignífuga Apyral 20:
% carga invariable respecto al curado UV



4. Composites ignífugos de curado UV

42

» Estudio Propiedades Fuego – Resina UV + Carga ignífuga



ISO 5660-1:2015 + Amd.1:2019

- **MARHE:** Maximum Average Rate of Heat Emission
- **THR:** Total Heat Release
- **HRR:** Heat Release Rate

	HL 1	HL 2	HL 3
ISO 5560-1	MAHRE < NA	MAHRE < 90	MAHRE < 60

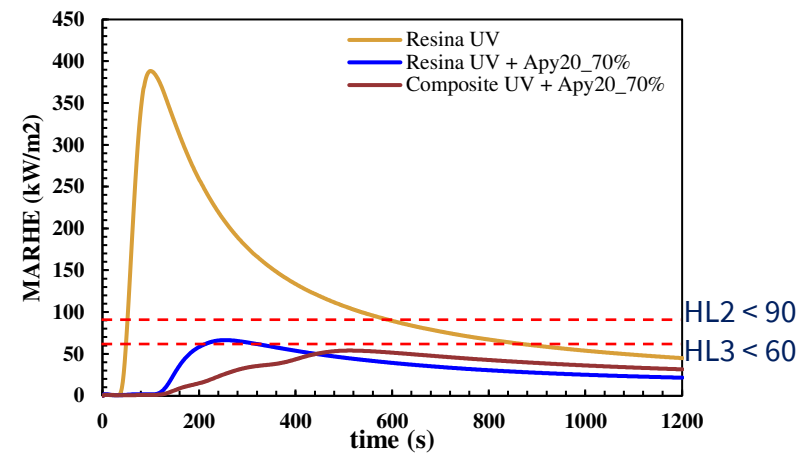
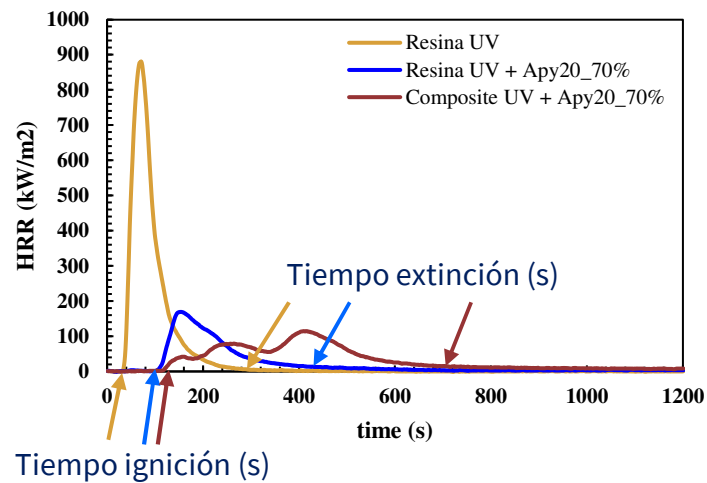
Hazard levels: HL1: Tranvías y cercanías; HL2: Largo recorrido; HL3: Metros y coches cama (EN 45545-2 → Umbrales emisión de calor. Industria ferroviaria)

4. Composites ignífugos de curado UV

43

» Estudio Propiedades Fuego – Composite ignífugo

Resina UV + Carga ignífuga al 70 % peso → bajar del límite del MARHE < 90

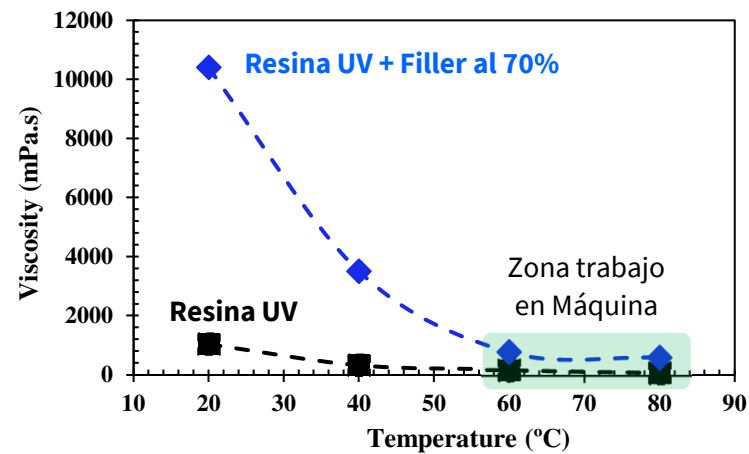


4. Composites ignífugos de curado UV

44

» Estudio Viscosidad – Resina UV + Carga ignífuga

Resina UV + Carga ignífuga al 70 % peso → elevada viscosidad → Necesidad de trabajar a 60°C en proceso automático (Máquina prepregs)



5.

Próximas acciones

5. Próximas acciones

46



PROPIEDADES MECÁNICAS

Mejorar las propiedades mecánicas de los composites resultantes a través de compatibilizadores de resina – fibra de vidrio



MONITORIZACIÓN

A través de sensores controlar el posicionamiento de tejidos y medición in-situ de la cantidad de resina sobre tejido seco.



AUTOMATIZACIÓN

Automatización del corte bobina y colocación de prepregs sobre molde.



DATOS Y DIGITALIZACIÓN, 4.0

Generación de bases de datos de tejidos secos (e.g. gramaje) y viscosidades de resina.

Creación de futuros gemelos digitales.

**MUCHAS
GRACIAS**



IDEKO

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

Francisco Javier Vallejo:

fjvallejo@ideko.es