

Bienvenid@s

WEBINAR



#WebinarsAEMAC

23 de Noviembre, 16 h (Madrid, GMT+2)

WebinarsAEMAC N°53

Fabricación del revestimiento superior de un ala altamente integrada mediante laminación automática en un paso, con materiales termoplásticos



MAR ZUAZO

Research & Development
Composites

FIDAMC



AIRBUS



Fabricación del revestimiento superior de un ala altamente integrada mediante laminación automática en un paso, con materiales termoplásticos.



AIRBUS



Índice

1. INTRODUCCIÓN
2. LAMINACIÓN AUTOMÁTICA
3. MATERIALES EN LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS
4. PROYECTO OUTCOME_TP
5. REVESTIMIENTO SUPERIOR OUTCOME_TP
6. CONCLUSIONES
7. PUNTOS DE MEJORA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Motivación proyecto OUTCOME_TP

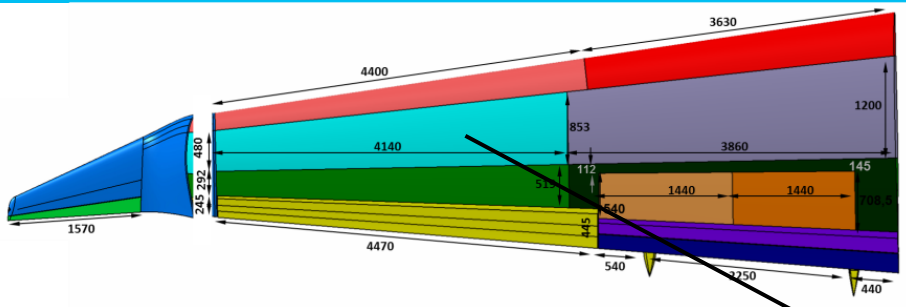
Revestimiento de extradós de una superficie sustentadora



- Reducción de costes
- Ahorro de peso
- Mejoras admisibles
- Menor absorción de humedad
- Reparabilidad
- Posibilidad de reprocesados

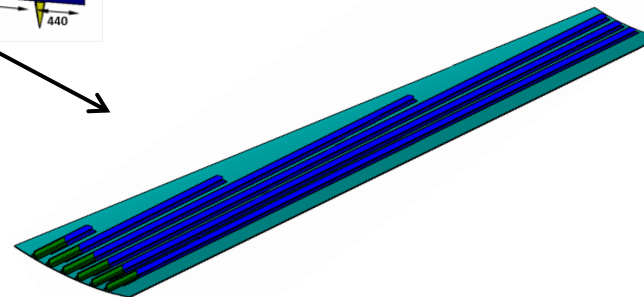
1. INTRODUCCIÓN

1.2 Objetivo proyecto OUTCOME_TP



CONFIGURACIÓN ALA PROTOTIPO DE VUELO FTB#2 PARA AVIÓN REGIONAL

Revestimiento de extradós de una superficie sustentadora



Upper skin panel: configuración de 6 x "T" rigidizadores

1. INTRODUCCIÓN

1. 3 Retos proyecto OUTCOME_TP

- Proceso eco-eficiente: disminución consumos, peso, costes, etc.
- Fabricación con materiales termoplásticos de altas prestaciones.
- Mejora AFP TP.
- Desarrollos de utillajes para fabricación de larguerillos y laminación automática.
- Procesos fuera de autoclave:
 - Desarrollo proceso para la fabricación de larguerillos en T.
 - Mejora proceso de co-consolidación, laminación automática en un paso para grandes estructuras.

1. INTRODUCCIÓN

1. 4 Antecedentes: Proyecto Transversal Termoplásticos ADS

FIDAMC está involucrada desde 2010 en la investigación materiales compuestos de matriz termoplástica conjuntamente con AIRBUS DS y MTORRES.

Se detallan algunos de los proyectos de investigación realizados:

- Proyectos **ICARO** y **TARGET**, los cuales pertenecen al **Programa CENIT** del CDTI.
- Proyecto **ISINTHER**, perteneciente a **CLEANSKY**, **7th Framework Programme**.



1. INTRODUCCIÓN

1. 4 Antecedentes: Proyecto Transversal Termoplásticos ADS

- Proyecto **GRA**, perteneciente a **CLEANSKY**, 7th Framework Programme.



- Proyecto **OUTCOME**, perteneciente a **CLEANSKY 2**, 7th Framework Programme.



- Proyecto **GREEN MANUFACTURING; PROSOLTERM** proyectos paralelos a **OUTCOME**, actividades adicionales para incrementar el TRL de la tecnología.

2. LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

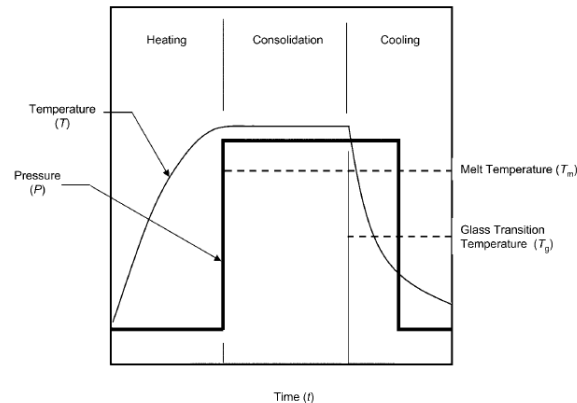
2.1 Ventajas de la laminación automática

INCREMENTO DE RATIOS DE FABRICACIÓN
REDUCCIÓN COSTES LABORALES
FABRICACIÓN DE GRANDES COMPONENTES
REDUCCIÓN DE SCRAP
REDUCCIÓN TIEMPOS DE FABRICACIÓN
PRECISIÓN EN EL POSICIONADO
COMPACTACIONES AUTOMÁTICAS
MAYOR VELOCIDAD DE DEPOSICIÓN DE MATERIAL
REPETITIVIDAD Y PRECISIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

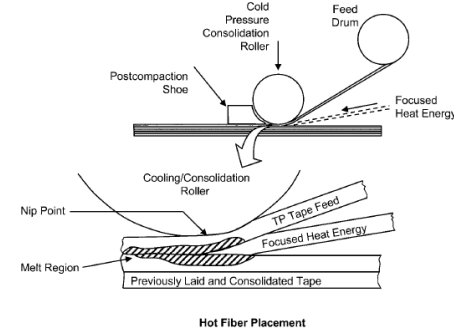
2. LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

2.2 Consolidación de termoplásticos

La consolidación de termoplásticos consiste en calentar, consolidar y enfriar, como se muestra esquemáticamente en la siguiente figura. Al igual que con los compuestos termoestables, las principales variables de procesamiento son el tiempo (t), la temperatura (T) y la presión (P).



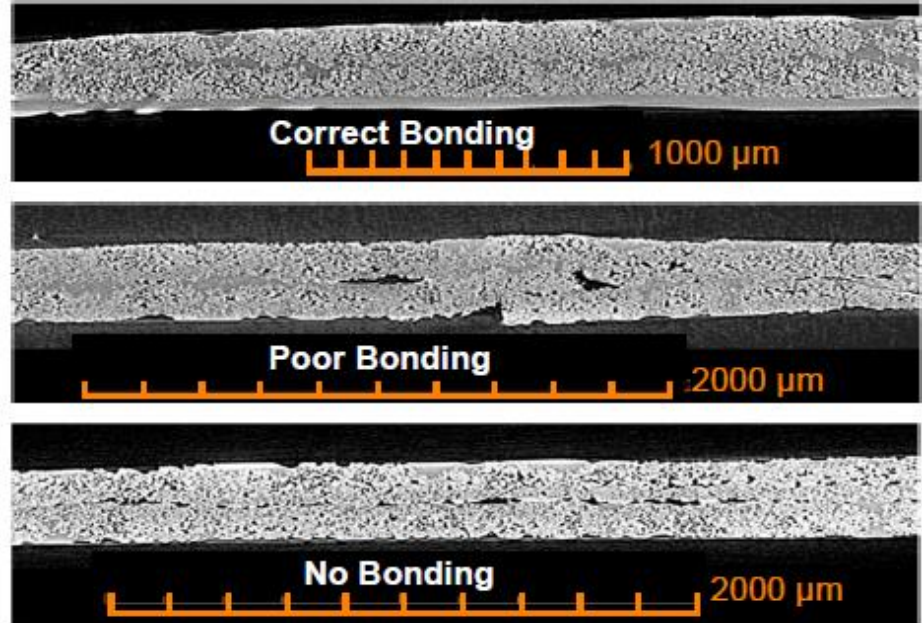
Fuente: F._C._Campbell-Structural_Composite_Materials-ASM_International_(2010)



2. LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

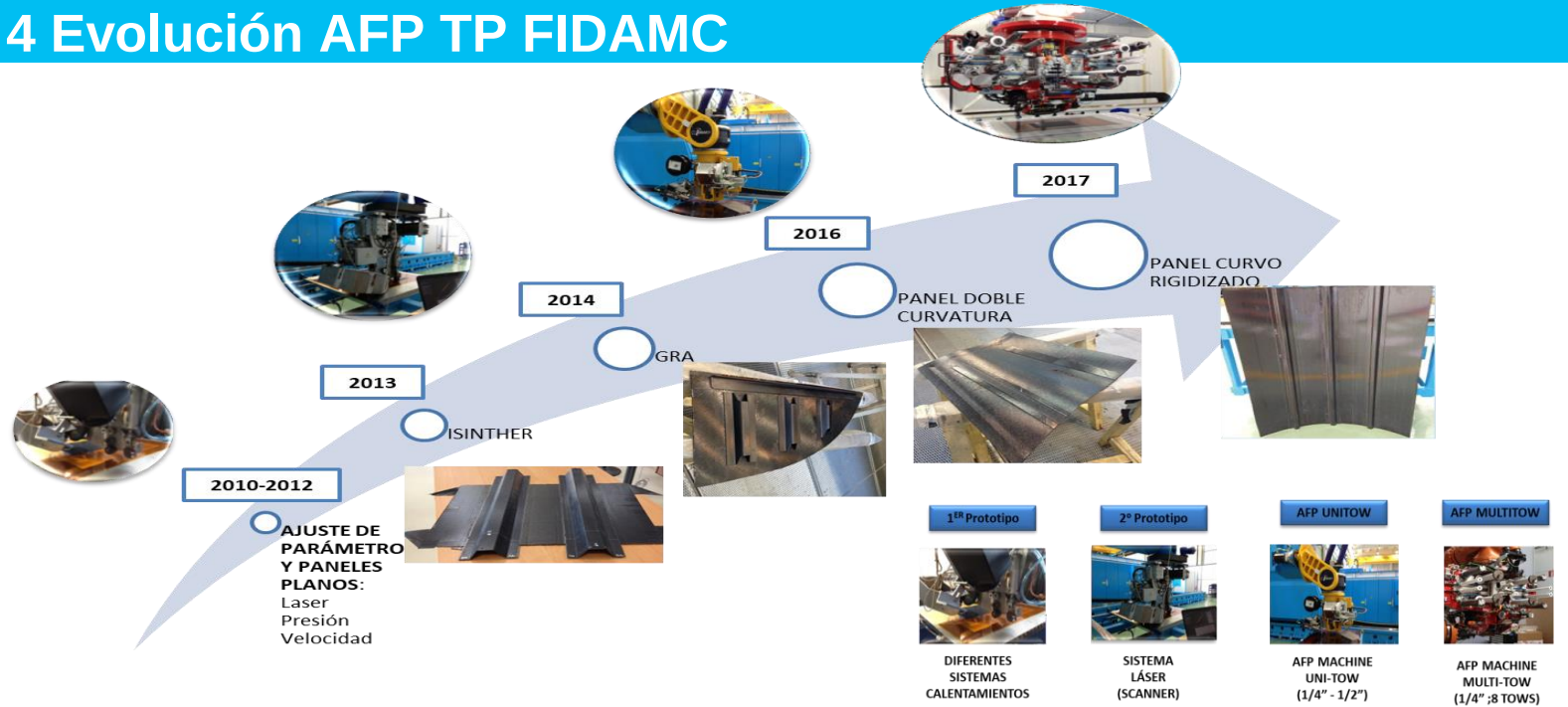
2.3 Consolidación de termoplásticos: Co-consolidación

Proceso de integración de elementales y laminación de la piel en un paso sin el uso de un proceso posterior de consolidación en estufa o autoclave.



2. LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

2. 4 Evolución AFP TP FIDAMC



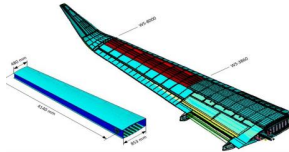
2. LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

2. 4 Evolución AFP TP FIDAMC



2017-2023

OUTCOME_UPPER SKIN

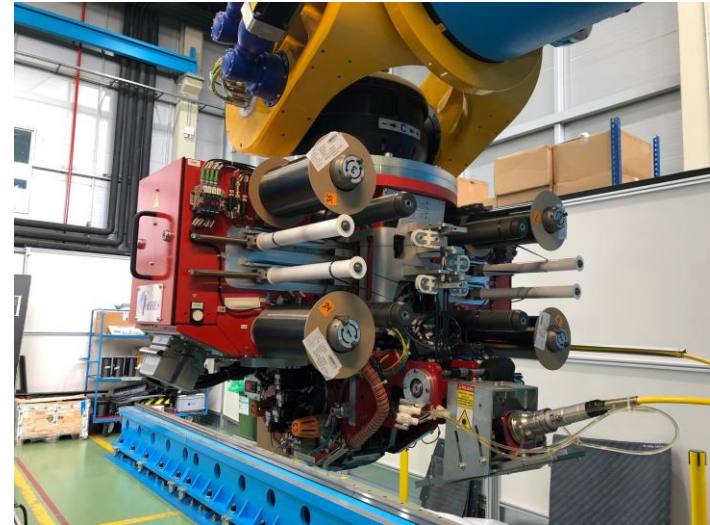


2022-2025

DESARROLLO
NUEVO CABEZAL
PARA ALTA CADENCIA

2. LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

2. 5 Actual AFP TP FIDAMC: Sistema de control CICLOPE



3. MATERIALES EN LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

3.1 Beneficios de los materiales compuestos termoplásticos (en comparación con los termoestables):

Ventajas Estructurales

- Mejores prestaciones mecánicas
- Alta tenacidad / tolerancia al daño
- Mejor comportamiento a alta temperatura, fuego y toxicidad
- Mejor resistencia a ataques químicos, baja absorción de humedad.
- Estabilidad térmica.

Beneficios de los procesos de fabricación

- Procesos de fabricación fuera de autoclave: conformados estufa, termoconformados en prensa, laminación automática en un paso, in situ consolidation (ISC), soldadura.
- Disminución de peso y tiempos de fabricación comparado con las uniones remachadas.
- Altamente reciclable
- Potencialmente reparable
- Almacenamiento a temperatura ambiente de la materia prima y elementales
- Fabricación de estructuras altamente integradas sin remaches
- Ciclos de procesamiento cortos
- Procesos reversibles

3. MATERIALES EN LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

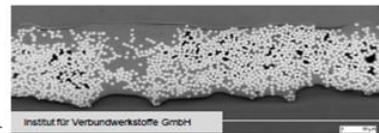
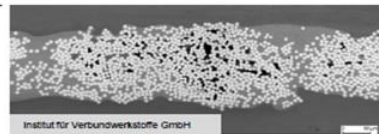
3.2 Principales inconvenientes

- Altos costes de material, (más de dos veces más caro que los preimpregnados termoestables)
- Bajo volumen de producción.

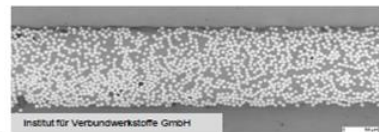
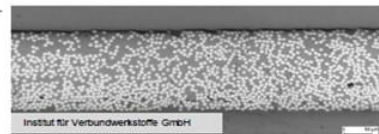
Problemas durante el proceso de laminación debido a que las tows tienen:

- Espesor desigual
- Heterogeneidad en la distribución fibra-resina
- Alta porosidad
- Alta rugosidad de la superficie
- Ondulaciones de la fibra
- Cortes
- Empalmes

**Regular
quality**



**High
quality**

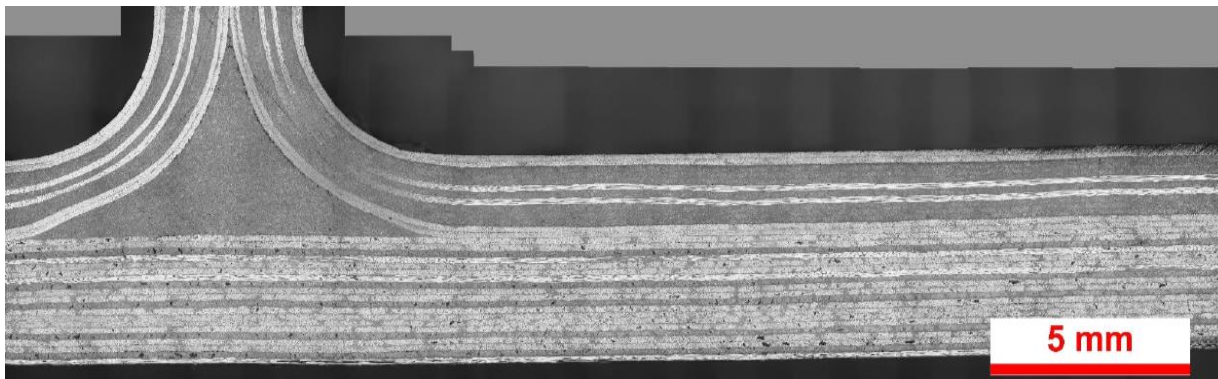


3. MATERIALES EN LAMINACIÓN AUTOMÁTICA TERMOPLÁSTICOS

3.3 Defectología

Los defectos más comunes en laminación automática con materiales termoplásticos son:

- Porosidad
- Delaminación/Desconsolidación
- Áreas con gran contenido en resina y bajo en fibras

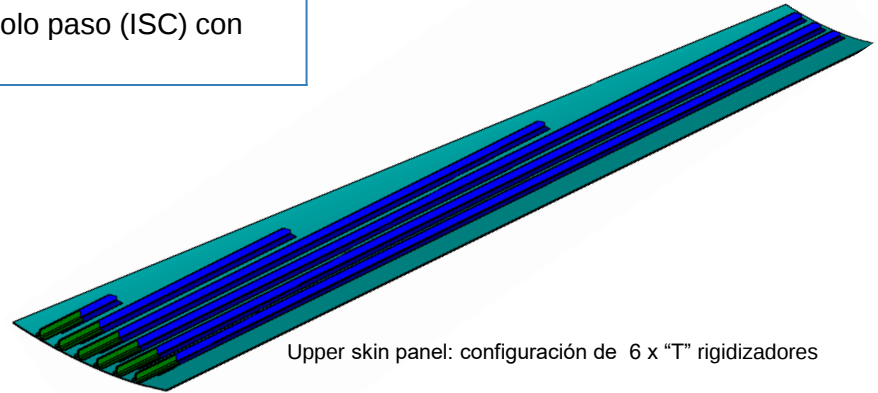
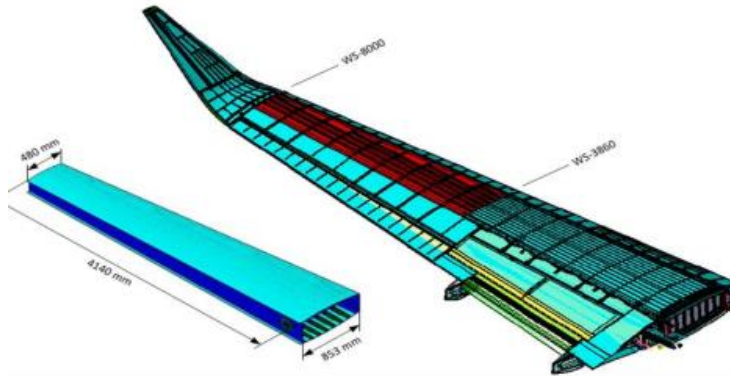


Source: Vista general corte demostrador 2018-110-P76 a 50x

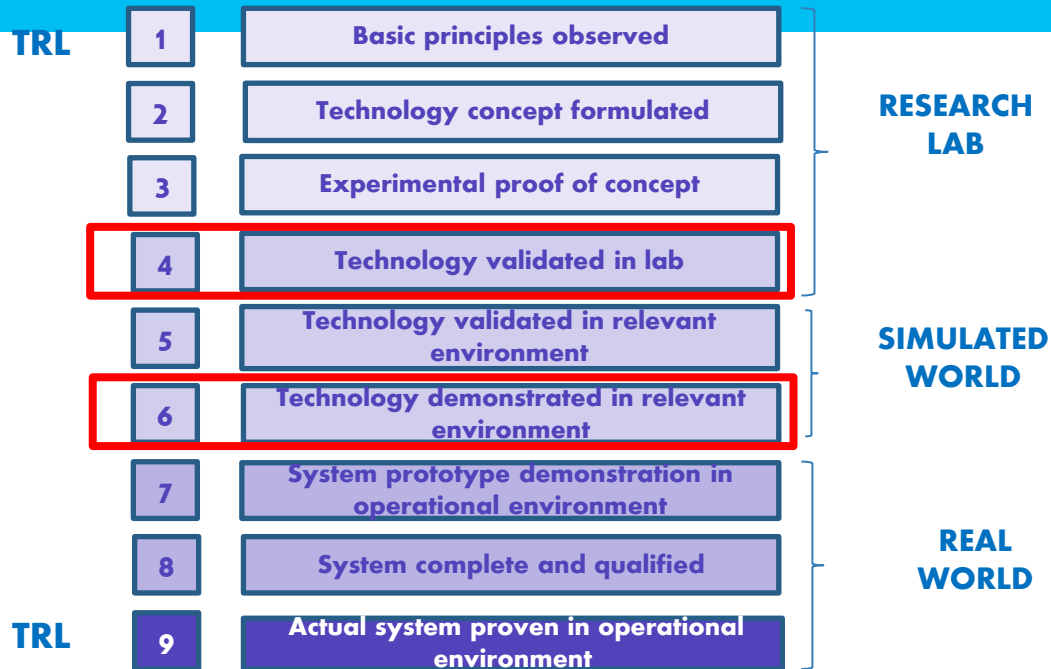
4. PROYECTO OUTCOME_TP

Revestimiento de extradós de una superficie sustentadora prototipo FTB#2 para avión regional

Material	APC2/AS4_SOLVAY (1/4" y 300 mm)
Fabricación rigidizadores	Conformado en estufa_Arquitectura comercial de larguerillos en T sin remaches
Integración piel	Proceso co-consolidación en un solo paso (ISC) con AFP TP multi-tow_MTORRES

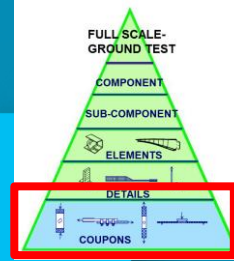


4. PROYECTO OUTCOME_TP

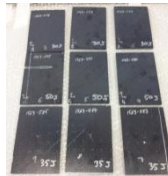
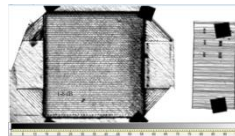


4. PROYECTO OUTCOME_TP

4.1 Ensayos a nivel probeta

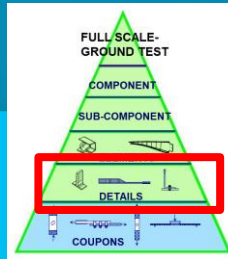


- Material allowable_ 70W_120W
- Residual strength after impact
- Bolted joints
- Lightning strike protection
- Residual stress test plan
- Co-consolidation test plan

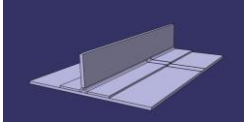


4. PROYECTO OUTCOME_TP

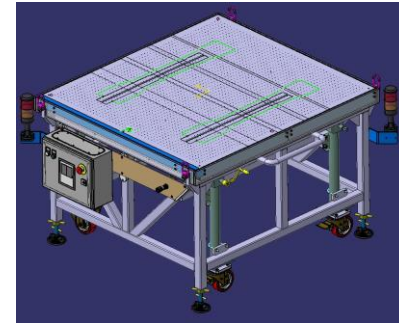
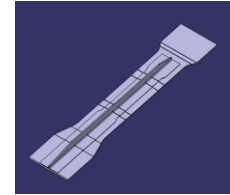
4.2 Ensayos de detalle



CRIPPLING

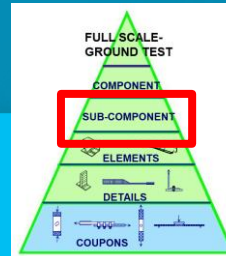


SRO DETALLE

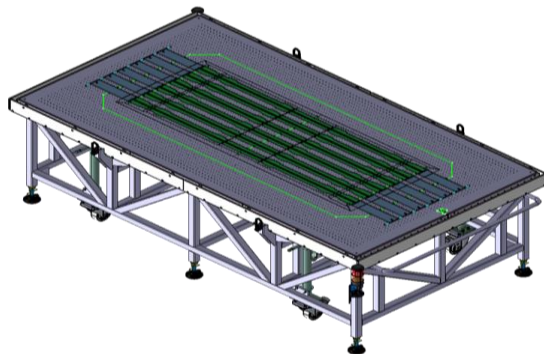
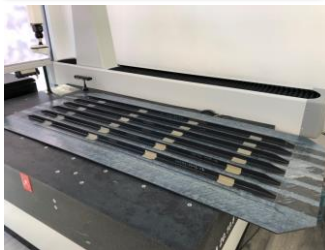


4. PROYECTO OUTCOME_TP

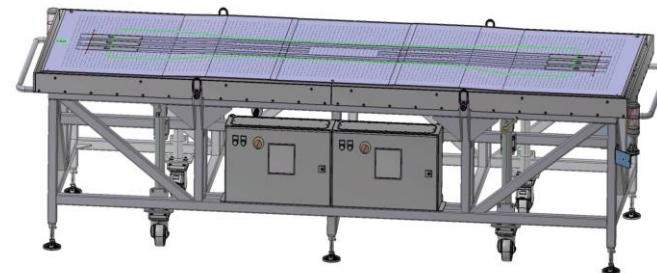
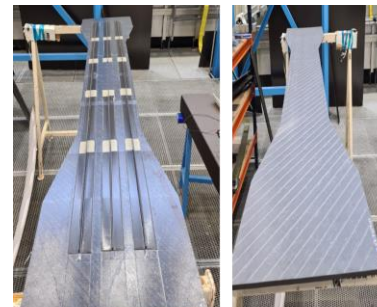
4.3 Ensayos de sub-componente



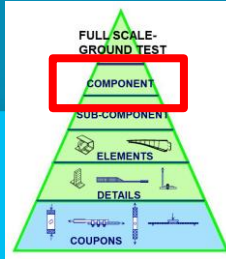
Skin Panel



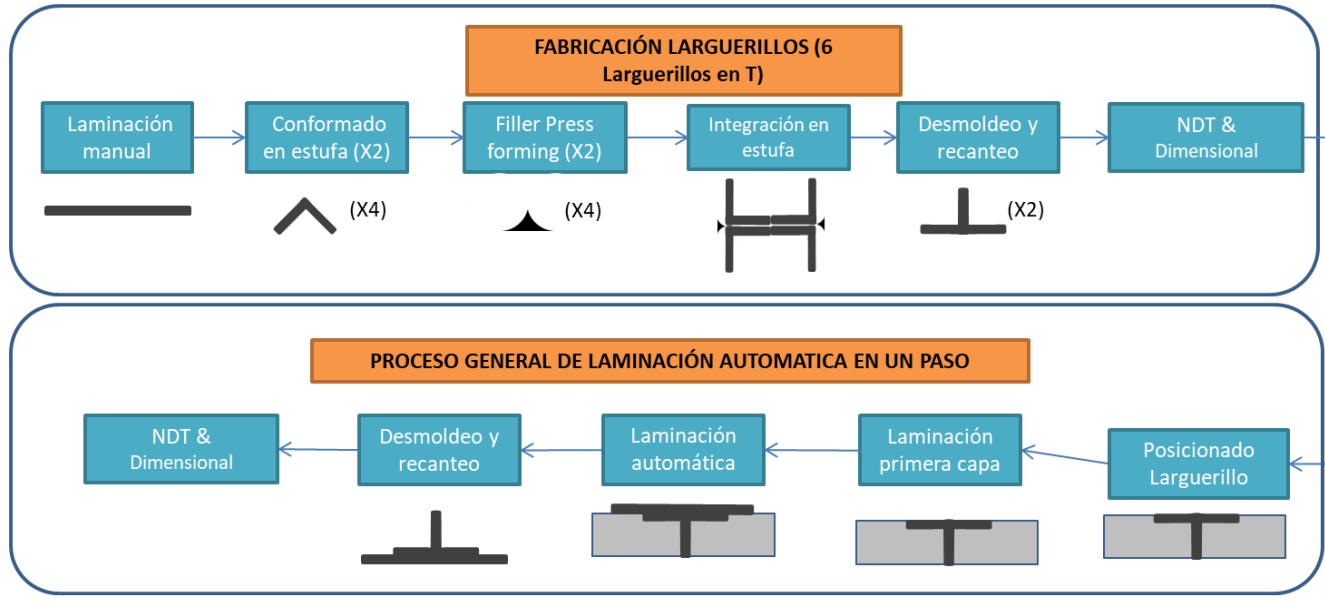
SRO Sub-Componente



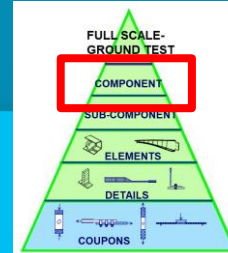
5. REVESTIMIENTO SUPERIOR_OUTCOME_TP



5.1 Esquema general de fabricación

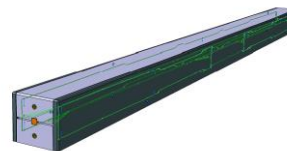
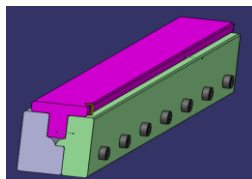
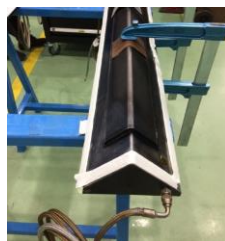
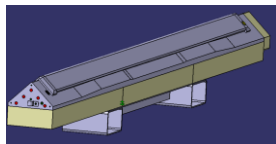


5. REVESTIMIENTO SUPERIOR_OUTCOME_TP

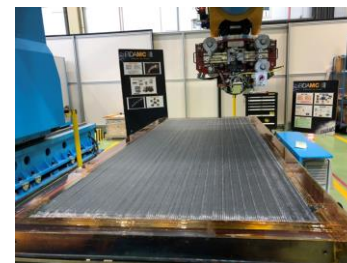
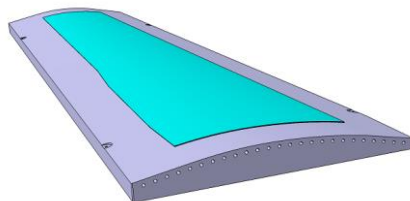


5.1 Esquema general de fabricación

Fabricación larguerillos



Laminación de la piel



5. REVESTIMIENTO SUPERIOR_OUTCOME_TP

5.2 Revestimiento superior: diferencias en el escalado

DISEÑO Y FABRICACIÓN
UTILLAJE LARGUERILLOS

DISEÑO Y FABRICACIÓN
UTILLAJE INTEGRACIÓN

RECANTEO POR CONTROL
NUMÉRICO DE LOS
LARGUERILLOS

POSICIONADO DE LOS
LARGUERILLOS

LAMINACIÓN AUTOMÁTICA
PIEL-INTEGRACIÓN
LARGUERILLOS

DESMOLDEO Y RECANTEO

NDT-DIMENSIONAL

MONTAJE

6. CONCLUSIONES

1. Los termoplásticos son una oportunidad para reducir costes de fabricación y obtener procesos más eficientes.
2. Un ahorro de costes de un 15% y una un ahorro de peso estructural del 9% respecto al equivalente metálico.
3. Se ha comprobado que al incrementar las dimensiones de las piezas a fabricar los retos tecnológicos han ido creciendo en el diseño y fabricación de utillaje debido a las dilataciones y la distribución de temperaturas.
4. Son necesarios modelos matemáticos que simulen los comportamientos de las estructuras en cuanto a tensiones residuales para ajustar los diseños de los utillajes.
5. Los sistemas de control en los procesos de laminación automático son imprescindibles para dar robustez al proceso.

6. CONCLUSIONES

6. **Procesos reversibles, pueden ser reprocesados:**
 - Reprocesado de larguerillos para eliminación de defectos.**
 - Reprocesado de diferentes capas durante la laminación automática para mejorar la consolidación de las diferentes capas.**
7. **Altamente reciclables, menor impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la generación de la materia prima, la fabricación, operación y fin de vida.**

7. PUNTOS DE MEJORA

PROCESO LAMINACIÓN AUTOMÁTICO

- Mejora de los ratios de productividad en laminación en un solo paso
- Reducción de las tensiones residuales inherentes al proceso
- Incrementar el grado de consolidación y co-consolidación en un solo paso en comparación con resultados de estufa-autoclave

PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LARGUERILLOS

- Fabricación larguerillos en continuo
- Mejora de las calidades de los larguerillos al incrementar las dimensiones: defectos y tensiones residuales.

7. PUNTOS DE MEJORA

MATERIALES ESTRUCTURALES TERMOPLÁSTICOS

- Desarrollo de productos para laminación automática
- Mejora en la calidad
- Disminución de tiempos de entrega
- Disminución de costes

MATERIALES AUXILIARES

- Materiales para bolsas de vacío y materiales desmoldeantes con mayor elongación y menor fragilidad

7. PUNTOS DE MEJORA

UTILLAJES

- Eliminación de utillajes calefactados: búsqueda de nuevos materiales

AFP

- Nuevos materiales para los sistemas de compactación
- Sistemas de control de defectos durante la laminación
- Nuevos sistemas de calentamiento



AIRBUS



GRACIAS

MAR ZUAZO RUIZ

Mar.zuazo@fidamc.es