

Metalindustria

www.metalindustria.com

Entrevista

Kenji Yamaguchi,
presidente y CEO de
FANUC



Composites

Aligeramiento en
estructuras para futuros
trenes TALGO



Sostenibilidad

Innovación tecnológica
para reducir el impacto
medioambiental del
sector aeronáutico

Artículo

La forja manual del acero
en perspectiva histórica.
El herrero tradicional en
el S. XXI



Colaboración remota para los técnicos de campo



Compatibilidad
multidispositivo



Implantaciones
flexibles



Asistencia e integración
especializados



Totalmente
seguro



**GLOBAL
INDUSTRIE**

07-10/03
Lyon (FR)
Stand 2L58



18-20/04
Barcelona (ES)
Stand 6B240

www.amaxperteye.com

Aligeramiento en estructuras para futuros trenes TALGO

UN ARTÍCULO DEL DEPARTAMENTO DE INNOVACIÓN DE TALGO

De la innovación y la sinergia entre sectores surgen nuevas oportunidades de transformación de la industria y de los estándares actuales.

El objetivo de reducción de peso en los medios de transporte actuales y en concreto en el caso de ferrocarril, cobra cada vez más importancia, ya que parámetros como la energía consumida, conseguir un mayor número de pasajeros a bordo, o el posible pago de canon al operador de la infraestructura empujan a seguir esta dirección en los futuros desarrollos. Ya desde sus inicios, Talgo ha apostado por la ligereza en sus estructuras y siguiendo esa filosofía, actualmente se están desarrollando los proyectos de innovación "Bastidor de rodal ligero" y "Caja ligera" que, mediante la utilización de materiales novedosos en el sector para estructuras de responsabilidad, (principalmente material compuesto y aleaciones metálicas) consigan componentes aún más ligeros si cabe. Ambos proyectos están enmarcados dentro de los proyectos de financiación europea Shift2Rail y Europe's Rail.

PROYECTO "BASTIDOR DE RODAL LIGERO"

El proyecto "Bastidor de rodal ligero" (rodal es la denominación a la estructura de rodadura clásica de los trenes Talgo) tiene como objetivo principal conseguir una reducción del 50 % del peso tomando como referencia el rodal actual existente en el tren de alta velocidad AVRIL G3, fabricado en acero y sobre el que se mantienen las interfaces para su posterior integración.

Tras un estudio exhaustivo sobre la capacidad y adecuación de distintos materiales para conseguir el objetivo de reducción de peso, se optó por realizar un diseño que utilizase principalmente el material compuesto (fibra de carbono) junto con algunas aleaciones especiales de acero y aleaciones de titanio, todos ellos materiales no habituales en el diseño de este tipo de estructuras. Además de la reducción de peso, se ha conseguido redu-

cir el número de piezas necesarias que configuran el bastidor de rodal ligero aprovechando las ventajas que ofrece la fabricación mediante preimpregnados de fibra de carbono con resina epoxi (acorde con normativa de fuego ferroviaria EN 45554). El ensamblaje entre estas piezas que componen la estructura completa del bastidor se ha realizado tanto con uniones mecánicas (atornilladas o remachadas) como con uniones adhesivadas.

Siguiendo la normativa actual para el desarrollo de bastidores de rodal (EN 13749), se fabrican tres prototipos de bastidor:

El primer prototipo fabricado tenía como objetivo ser probado con cargas estáticas en banco de ensayos. Para ello se instalaron más de 90 galgas, así como captadores de desplazamiento para monitorizar el comportamiento del bastidor. Durante las pruebas, realizadas durante el mes de julio de



2021, se aplicaron cargas verticales, laterales, de freno, de amortiguador a nivel de servicio y excepcionales (hasta 25t de carga vertical y 7.5t de carga lateral) tal y como requiere la normativa EN 13749. Adicionalmente y con posterioridad a la prueba de casos normativos se ensayaron casos "extremos", con cargas hasta un 25% superior a las cargas excepcionales dictadas por la norma, sin que ningún fallo fuera detectado.

El segundo prototipo fabricado tenía como objetivo ser ensayado a fatiga a nivel de cargas de servicio o habituales de marcha. Dicho ensayo se llevó a cabo durante los meses de septiembre de 2021 a enero de 2022. Así, este segundo prototipo se dispuso en el banco de ensayos, donde se le aplicaron hasta 10 millones de ciclos de cargas verticales y laterales que simulan el comportamiento de la rodadura en curvas a derecha e izquierda. El ensayo constó de tres tramos o fases de 6 millones, 2 millones y 2 millones



Prototipo de bastidor de rodal ligero

de ciclos cada una, según se indica en la norma EN 13749. De nuevo, más de 50 galgas y varios captadores de desplazamiento fueron instalados para realizar el seguimiento del comportamiento del bastidor durante el ensayo. Previo al inicio y a la finalización de cada fase del ensayo se realizaron inspecciones no destructivas (ultrasonidos y "tap-coin") que verificasen el

correcto estado de la estructura. Ningún daño relevante fue detectado a la finalización del ensayo del segundo prototipo.

El tercer prototipo se encuentra actualmente en proceso de fabricación y se espera que esté terminado a principios de 2023. El objetivo de este prototipo es ser instalado en el tren de alta velocidad prototipo Talgo

www.go-tap.es
GOTAP
 by GO-TAPPING, S.L.

LA NUEVA FORMA DE REALIZAR ROSCADOS DE MANERA RAPIDA, ECONOMICA Y FIABLE

- ROSCADO MANUAL O AUTOMATICO
- ROSCADO CON CONTROL DE TORQUE
- CONTROL DE PROFUNDIDADES
- ROSCADO ROMPE-VIRUTAS
- CONTADOS DE ROSCA

Rosadoras eléctricas

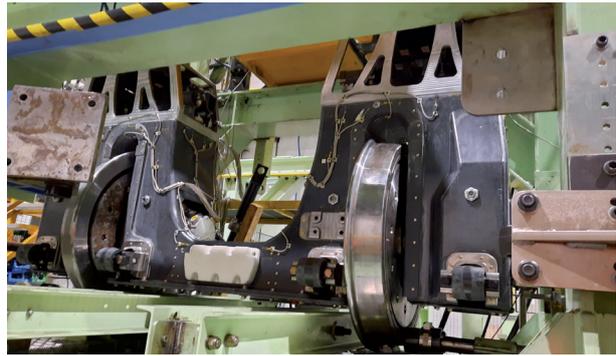
Un roscado más seguro, fácil y económico.

MODELOS DE M2-M10, M3-M12, M4-M16, M4-M20, M5-M27, M8-M33, M6-M45.





Prototipo de rodal ligero instrumentado (izq) y colocado en banco de ensayos (dcha)



AVRIL G3, donde su comportamiento será evaluado en vía tras colocación de distintos sensores. Estas pruebas están previstas que sean realizadas a partir del segundo trimestre de 2023.

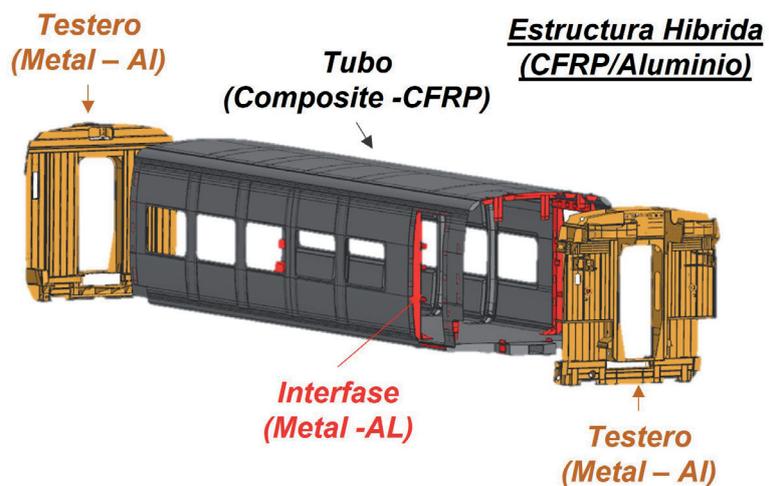
Todos los prototipos han seguido pruebas de calidad de la fabricación como tomografías y escaneos 3D para su validación dimensional.

Este prototipo se presentó en la feria JEC de París, celebrada en mayo de 2022 dentro del pabellón España que organiza la Asociación Española de Materiales Compuestos (AEMAC) desde 2019. Talgo como asociado colectivo de AEMAC, también participó de la Exposición de Composites durante la XIV Edición de MATCOMP en la Universidad de Sevilla. Una muestra de componentes y piezas de la industria aeronáutica, espacial, automoción, ferroviario, eólica, deporte, etc. que sirvió para conmemorar el 25º Aniversario del Congreso Nacional de Materiales Compuestos (MATCOMP) impulsado por AEMAC desde 1995. Durante el mismo, Talgo fue galardonado con el "Premio a la Excelencia en la Contribución Industrial de los Materiales Compuestos" por AEMAC.

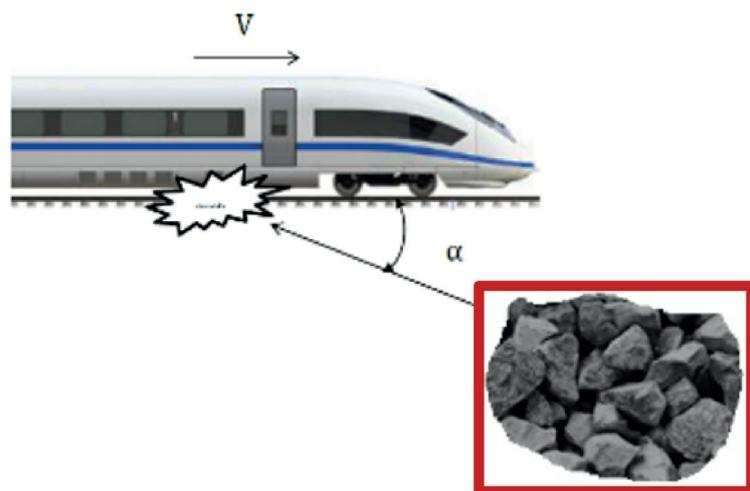
PROYECTO "CAJA LIGERA"

El proyecto de la "Caja ligera" surge de la colaboración de Talgo junto con Aernnova, FIDAMC y Tecnalia, y nace para cubrir la necesidad de reducir peso en una de las grandes estructuras del tren. El aligeramiento se consigue al sustituir la fabricación de aluminio soldado por una solución híbrida de material CFRP y aluminio.

Se estima una reducción de peso cercana a 900 kg, lo que representaría



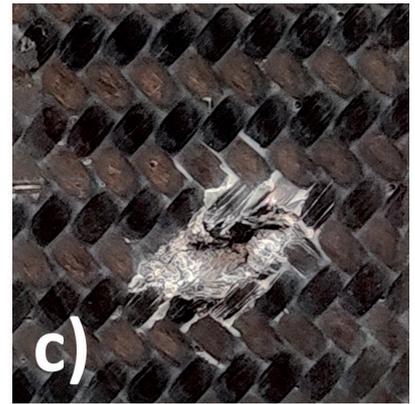
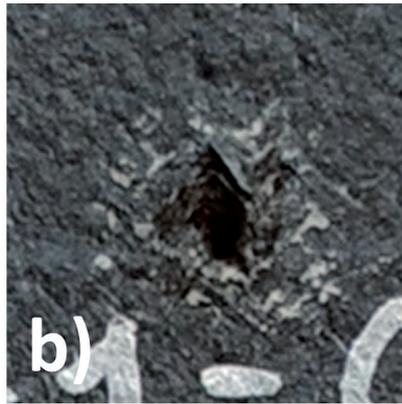
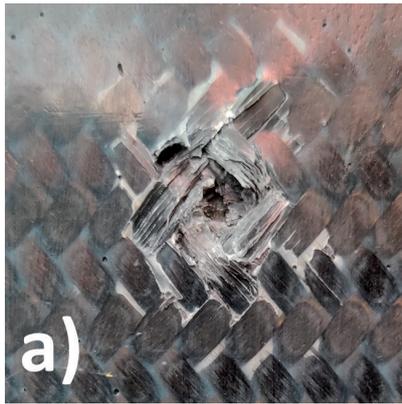
Diseño híbrido de la Caja Ligera



Impacto de balasto durante la circulación del tren

más del 20% del total. Pero si se tiene en cuenta la sustitución del CFRP por el aluminio, está cercano a una reducción del 30%. Esta nueva fabricación promete una reducción del consumo energético con la consiguiente reduc-

ción en el impacto medioambiental, un ahorro de las tasas por el uso de la infraestructura y un incremento en la capacidad del tren. Como requisito ferroviario, al igual que en el proyecto del "Rodal ligero", los materiales han



Daño local. a) Balístico NF F07-101 (35J); b) Torre de caída NF F07-101 (35J); c) Balístico balasto (40J).

sido seleccionados acorde con la normativa de fuego ferroviaria EN 45554 (HL2-R7).

En cuanto al diseño, se tienen dos partes diferenciadas, el tubo y los testeros. Se ha realizado la parte del tubo en CFRP, con un apilado manual de un semipreg curado en autoclave, combinando laminados monolíticos (cuadernas e interventanas), laminados tipo

sándwich (techo, laterales y bastidor) y los perfiles de esquina, moldeados por pultrusión. En cuanto a los testeros, se han usado aleaciones de aluminio del tipo AW6005A, AW5083, AW6082, entre otras.

A parte de la validación del diseño a partir de un análisis estructural (MEF, método de elementos finitos) donde se han tenido en cuenta los escena-

rios de carga conforme a la norma EN 12663, cargas de tracción-compresión a nivel de bastidor, máximo peso bruto y cargas de levante taller/vía, también se programarán pruebas de validación y verificación a distintos niveles:

- **de probeta:** propiedades básicas de compuestos, núcleos y adhesivos,

MAQUINA, HERRAMIENTA Y PROCESO DE UNA SOLA FUENTE



Laminado de Roscas y Perfiles



Laminado de Estrias



Laminado de Aros



Tecnología de Herramientas

VISITANOS EN
FASTENER
FAIR GLOBAL
 21.-23. Marzo, Stuttgart
STAND 1236



CONSIGA SUS ENTRADAS AHORA
profiroll@profiroll.de



MÁS INFORMACIÓN
 SOBRE NUESTRA
 PRESENCIA EN FERIAS

PROFIROLL ESPAÑA S.L.
 Ctra. Durango-Elorrio Km.2
 Abadiano 48220

Teléfono: 0034 946210147
 Email: pes@profiroll.de



- **de subcomponente:** detalles constructivos en apilados,
- **de detalle:** en uniones, interacción de procesos, etc., y
- **de componente completo:** que incluye, por un lado, una caracterización acústica, y por otro un ensayo estático, de acuerdo con la EN12663, de ensayos en banco para homologación de cajas.

El prototipo de Caja Ligera, se exhibirá por primera vez en la Feria JEC, que se celebrará del 25 al 27 de Abril de 2023 en Paris-Nord Villepinte Exhibition Center. Estará ubicado dentro del Mobility Planet, un espacio dispuesto por los organizadores JEC Composites para mostrar los desarrollos y piezas más innovadoras, fabricadas en composites en el sector transporte. Este planet estará justo al lado del Pabellón España IV (Hall 6 G86) en el que este año participan nueve co-expositores, miembros colectivos de AEMAC: Aimen, Aimplas, Eurecat, Ideko, Tecnalía, Polymec, Titania, Ziur Composites y por supuesto, Talgo.

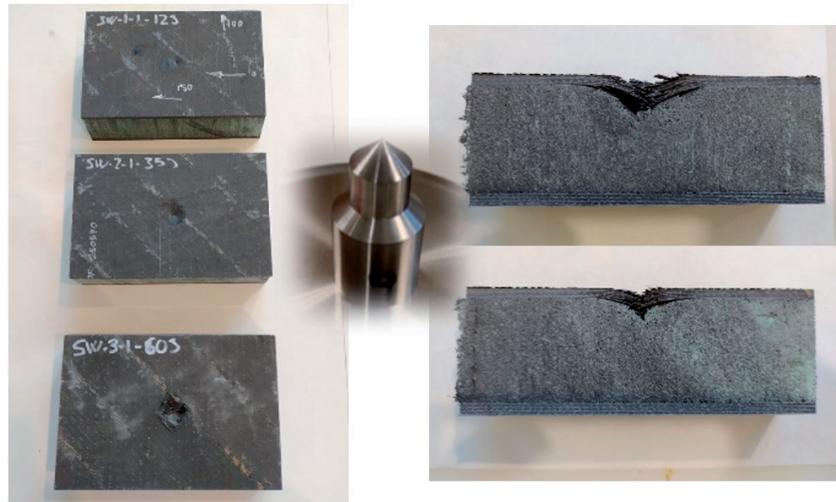
ESTUDIOS TRANSVERSALES

La tolerancia al daño por impacto es algo que afecta a ambos proyectos. El impacto de balasto es un fenómeno que puede ser más o menos significativo cuando el tren circula a alta velocidad ($v > 200$ km/h), sobre todo si la altura del balasto sobre la vía no está del todo controlada o por fenómenos meteorológicos como la nieve o el hielo.

Para caracterizar este daño, se ha utilizado el impactador de la norma francesa NF-F-07-101, donde se establece un rango de niveles de energía desde los 12J (K1) hasta 285J (K11). Se han realizado los siguientes ensayos:

- en torre de caída (ASTM D7136): probetas monolíticas de los laminados más expuestos del Rodal Ligero y probetas del laminado sándwich de la Caja ligera.
- ensayo balístico, sobre los apilados monolíticos del Rodal ligero, utilizando el impactador de la norma francesa e impactadores contruidos a partir de piedras

Probeta



Ensayos en sándwich: 12J, 35J y 60J.



Proceso de reciclado del material del Rodal Ligero

de balasto, recogidas en vía.

En el compuesto de cierto espesor, el daño local en el punto de impacto es una punción sin penetración total. La fuerza máxima, el desplazamiento y

la energía se incrementan cuando aumenta la energía de impacto. Con el fin de seleccionar la energía de diseño para el compuesto, se ha comparado los daños con los provocados en los trenes en servicio.



Otro estudio, que se puede considerar transversal a estos dos prototipos ligeros de TALGO, está relacionado con la economía circular. En este punto, se está trabajando en nuevos materiales reprocesables, reparables y reciclables, con la premisa de ser considerados también como materiales ligeros y resistentes. En el Departamento de Innovación de TALGO, se está desarrollando un procedimiento para obtener fibra de carbono reciclada larga, combinando diferentes técnicas de reciclado.

Se ha decidido ir más lejos en este punto, llegando a comparar las estructuras actuales con las ligeras en términos de LCA (Life Cycle Assessment) y LCC (Life Cycle Cost). Se han seleccionado cinco impactos medioambientales y llevando sus emisiones al fin de vida útil del tren (30 años, 500.000 km/año), se ha demostrado que las estructuras ligeras son más sostenibles que las actuales para los cinco impactos estudiados.

			Comparación a FIN DE VIDA ÚTIL del Tren – Metal-Fibra				
			Cambio climático [kg CO ₂ eq]	Acidificación [mol H ⁺ eq]	Eutrofización agua dulce [kg P eq]	Eutrofización agua marina [kg N eq]	Recursos: minerales y metales [kg Sb eq]
Crédito ^(*)	Tren Diesel	Rodal	2.67E+05	2.83E+03	3.28E+01	1.21E+03	1.03E+00
		Caja	8.76E+05	9.29E+03	1.07E+02	3.97E+03	3.37E+00
	Tren Eléctrico	Rodal	1.82E+05	1.07E+03	1.19E+02	2.53E+02	1.08E+00
		Caja	5.96E+05	3.50E+03	3.89E+02	8.29E+02	3.55E+00

(*) El crédito se calcula como la diferencia entre la estructura ligera menos la actual. Un crédito negativo significa que el impacto medioambiental con estructura ligera es menos sostenible, mientras que un crédito positivo, indica un beneficio medioambiental.

Comparación a FIN DE VIDA ÚTIL del Tren – Metal-Fibra

Patentes Talgo, S.L.U. es una empresa ferroviaria española fundada en 1942, su nombre proviene del acrónimo de "Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol". Talgo está especializada en el diseño, fabricación y prestación de servicios de mantenimiento de material rodante. Los factores clave del éxito de Talgo son innovación, sostenibilidad, seguridad, calidad y competitividad, con un cla-

ro enfoque de orientación al cliente en todos sus proyectos. La tecnología Talgo, única y altamente eficiente, es reconocida internacionalmente y está presente en las estructuras de transporte ferroviario de 44 países en cuatro continentes. 

TALGO

www.talgo.com/es

“The passion...
...for the precision”



Laip



LAIP S.A

Arzubia Kalea, 2
48220 ABADIANO, BIZKAIA
ventas@laip.es
Tel.: (+34) 94 621 76 90
www.laip.es