

Traversa sintetica in FFU®



SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER IL SETTORE FERROVIARIO

State
of the Art



Fatturato annuo SEKISUI Chemical Co., Ltd.

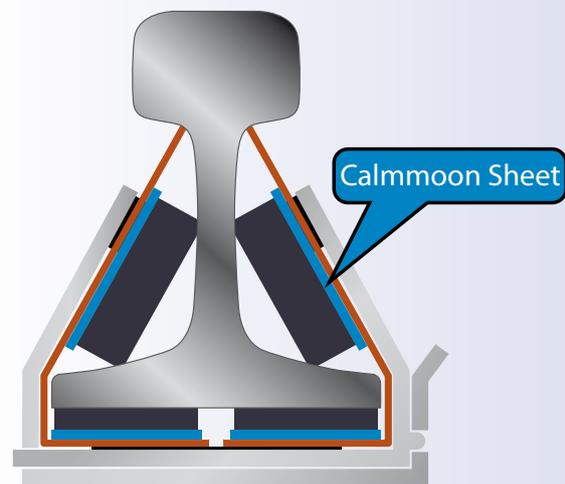
[Miliardi di EURO]



Da oltre 60 anni il gruppo chimico Sekisui è uno dei principali produttori mondiali di prodotti sintetici.

Sekisui Chemical è rappresentata nel mondo da oltre 200 filiali e da circa 20.000 dipendenti; l'azienda genera un fatturato annuo di circa 9,2 miliardi di euro (stato al 2013).

La Sekisui dispone di una vasta esperienza nella tecnologia dei polimeri e continua a sviluppare prodotti innovativi.



SEKISUI Chemical Co., Ltd.

L'azienda Sekisui Chemical è suddivisa in tre principali aree di attività.

Il segmento „edilizia abitativa“ produce ogni anno oltre 10.000 case prefabbricate destinate al mercato giapponese, ciascuna equipaggiata ad uno standard elevato. Ogni casa è costruita individualmente in funzione delle esigenze specifiche del cliente e soddisfa gli standard più recenti in termini di efficienza energetica.

Il segmento „materie plastiche ad alte prestazioni“ copre numerose applicazioni industriali, comprese le pellicole per vetri laminati di sicurezza destinati a parabrezza e vetri per l'architettura, schiume poliolefiniche reticolate impiegate nella costruzione di veicoli e molte altre applicazioni industriali. Il segmento „ingegneria medica“ offre una vasta gamma di prodotti farmaceutici, diagnostici e attrezzature mediche. Ulteriori aree di attività all'interno di questo segmento comprendono la produzione di prodotti di chimica fine, prodotti chimici speciali e nastri adesivi industriali e pellicole. Il segmento

„infrastrutture pubbliche e tecnologie ambientali“ si concentra principalmente sulla creazione di tecnologie ecocompatibili per il risanamento di tubazioni e con molto successo produce tubazioni di ampie dimensioni realizzate in materie plastiche rinforzate con fibra di vetro. Questo segmento viene completato da una vasta gamma di sistemi di condutture industriali, da prodotti da costruzione, e dal settore dell'ingegneria ferroviaria.



- 1978** Premio e riconoscimento Okouchi assegnato dalla Direzione Generale dell'Agencia Giapponese per la Ricerca e lo Sviluppo per lo sviluppo del legno sintetico FFU
- 1979** Premio Deming per l'elevato livello e la completezza del sistema di controllo della qualità
- 1980** Prove in campo delle traverse ferroviarie FFU presso il ponte sul fiume Miomonte e nel tunnel Kanmon
- 1985** Esame delle traverse campione da parte dell'Istituto Giapponese di Ricerca per la Tecnica Ferroviaria con risultati eccezionali. Il legno sintetico FFU viene adottato come traversa standard da parte delle Ferrovie Nazionali Giapponesi (JnR).
- 1996** L'Istituto Giapponese di Ricerca per la Tecnica Ferroviaria esegue nuovamente le prove sulle traverse provenienti dalle prove in campo del 1980. Grazie all'estrapolazione di oltre 100 milioni di cicli di carico è possibile stimare una vita utile di oltre 50 anni.
- 2004** Austria | Primo progetto di ponte in Europa con l'impiego di traverse in legno sintetico FFU
- 2007** Pubblicazione della norma industriale giapponese JIS E 1203
- 2008** Germania | Primo deviatoio realizzato con traverse in legno sintetico presso Leverkusen
- 2009** Germania | L'Autorità Federale per le Ferrovie Tedesche (EBA) concede l'autorizzazione alla conduzione di prove
- 2010** Germania | Deviatoi con traverse in FFU installati sulla Hamburger Hochbahn e sulla rete di trasporto di Monaco (MVG)
Austria | ÖBB | Primo deviatoio inglese doppio
- 2011** Germania | DB ag | Primo progetto di ponte con traverse in FFU di altezza 10cm
- 2012** Germania | Würzburg DB ag. Due deviatoi realizzati con traverse in FFU ciascuno soggetto a carichi di 70.000 tonnellate/giorno e nuove installazioni su ponti
Paesi Bassi | ProRail | 3 ponti realizzati con traverse in FFU
- 2013** Austria | Wiener Linien | 78 deviatoi con l'impiego di traverse in FFU
- 2014** Svizzera | BaV Approvazione per le prove di servizio delle traverse a partire da 12 cm di altezza. RHB-realizzazione ponti con FFU altezza 12cm. BLS- deviatoi con utilizzo di FFU
Regno Unito | Network Rail | utilizzo di traverse longitudinali larg./alt./lung. = 40/40/750 cm e traverse standard
Numerosi paesi | Entrata in vigore della norma ISO 12856-1 „Traverse ferroviarie in plastica“
- 2015** Belgio/Infrabel: primo ponte con l'utilizzo di traverse in legno sintetiche FFU
Francia/Tisseo Toulouse: due deviatoi con utilizzo di FFU in assenza di massicciata
Svizzera/SBB : primo deviatoio con utilizzo di FFU
- 2016** Francia/Keolis due deviatoi con l'utilizzo di FFU in assenza di massicciata
Norvegia/Jernbaneverket- primo ponte con l'utilizzo di FFU
UK/LU - primo ponte con utilizzo di FFU
- 2017** Francia/Ratp . deviatoi senza massicciata realizzati con FFU
Svezia/SL realizzato ponte in Stoccolma
Germania/EBA Omologazione per l'utilizzo di FFU in linee fino a 230km/h
Gran Bretagna/ Network Rail. omologazione per l'utilizzo di FFU in tutti i tipi di ponti.
Irlanda/Iarnrod Eireann . realizzazione ponte Limerick

Alcuni cenni storici sulle traverse ferroviarie in FFU®

Con l'espandersi della rete ferroviaria nazionale, le Ferrovie Nazionali Giapponesi (JnR) notarono, in base alla documentazione interna dell'azienda, che circa il 70% delle traverse in legno usate in quel momento richiedeva una sostituzione regolare a causa dell'azione degli agenti atmosferici. Per garantire una rete ferroviaria capace di elevate prestazioni, ed assicurare un servizio continuo e privo di guasti, fu intrapresa una collaborazione con l'azienda Sekisui Chemical Co. Ltd. per lo sviluppo di una traversa ferroviaria in materiale sintetico dalla vita utile prolungata, che richiedesse una bassa manutenzione e soddisfacesse le esigenze più elevate. Nel lontano 1980, nell'ambito di una

prova in campo, venne installata la nuova traversa sintetica in FFU come struttura portante di un ponte, così come in un tunnel sulla rete Shinkansen ad alta velocità. Cinque anni più tardi alcune delle traverse in FFU utilizzate nella prova furono rimosse ed esaminate accuratamente. L'esito della prova dimostrò che le traverse in FFU presentavano un comportamento altamente positivo durante l'uso continuo. La qualità e la capacità di carico delle traverse testate non differivano in alcun modo da quelle di una traversa in FFU nuova. Pertanto dal 1985 la JnR utilizza in modo regolare le traverse in legno sintetico come equipaggiamento standard, con risultati molto soddisfa-

centi. Nel 1996 furono condotti ulteriori studi dall'autorità di vigilanza, l'Istituto Giapponese di Ricerca per la Tecnica Ferroviaria (RTRI), sulle traverse in FFU provenienti dai lotti di prova del 1980.

Con ottimi risultati:

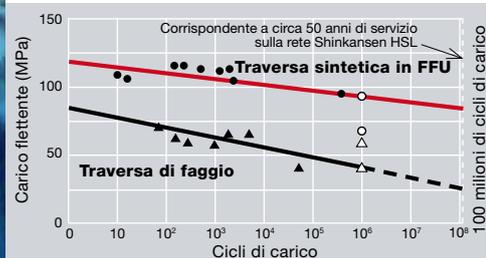
Le traverse in FFU presentano una vita utile prevista di oltre 50 anni. Ciò fu confermato nuovamente nel 2011 in un ulteriore esame condotto dal RTRI sulle traverse in FFU, che all'epoca erano già vecchie di 30 anni. La realizzazione del primo progetto in Europa con l'impiego delle traverse in FFU è iniziata nel 2004. Nel marzo 2014 è entrata in vigore la norma internazionale ISO 12856-1 per le traverse ferroviarie in plastica.

Fiber reinforced
Foamed
Urethane



Vita utile: superiore a 50 anni
Densità: 740 kg/m³ come il legno
Lavorabilità: come il legno
Conduttività elettrica: molto bassa
Resistenza agli agenti chimici: molto alta
Costi durante vita utile: minimi
Costi di manutenzione: minimi
Tolleranza dimensione per la versione personalizzata: +/- 1 mm
Riciclabilità: 100%
Disponibilità sul binario: max. 35 anni in caso di uso continuo
Reference installazioni: oltre 1400 km

Correlazione
Carico flettente – cicli di carico



Tecnologia della traversa sintetica in FFU®

La traversa sintetica in FFU viene prodotta utilizzando una tecnica di pultrusione-estrusione.

I filamenti continui di fibra di vetro vengono immersi nel poliuretano, questo materiale composito viene ottenuto mediante la polimerizzazione a temperatura elevata.

Il processo di produzione viene realizzato attraverso l'estrusione del profilo di legno sintetico dal macchinario utilizzato per la polimerizzazione.

Questo processo produttivo, certificato per conformità alle norme ISO, garantisce un'uniformità delle proprietà e delle prestazioni del materiale. Grazie al processo di fabbricazione gli elementi di legno sintetico in FFU non presentano pori e possono essere tagliati ad una lunghezza qualsiasi, fino a 12 metri.

Pertanto il materiale sintetico FFU offre al cliente una maggiore certezza del suo comportamento durante l'uso, rispetto al legno naturale. Caratteristiche tecniche significativamente migliori consentono anche una migliore ottimizzazione della

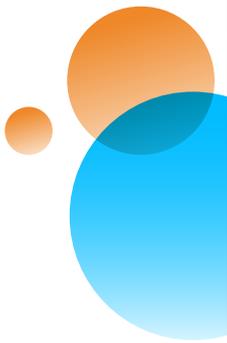
sezione trasversale – un enorme vantaggio, soprattutto in caso di applicazione nei ponti ferroviari. Dal momento che l'FFU presenta una struttura a celle chiuse, non assorbe l'acqua. Inoltre questo materiale presenta un'elevata resistenza ad agenti chimici, quali oli, lubrificanti e sostanze inquinanti. Nella massicciata la faccia inferiore della traversa in legno sintetico presenta un comportamento identico alle traverse in legno naturale.

Parametro	U.d.M.	Faggio nuovo	Traversa sintetica in FFU			Norma	
			nuova	Dopo 10 anni	Dopo 15 anni		
Densità	[kg/m ³]	750	740	740	740	JIS Z 2101	
Resistenza alla flessione	[kN/cm ²]	8	14.2	12.5	13.1	JIS Z 2101	
Modulo di flessione	[kN/cm ²]	710	810	800	816	JIS Z 2101	
Resistenza alla compressione	[kN/cm ²]	4.0	5.8	6.6	6.3	JIS Z 2101	
Resistenza al taglio	[kN/cm ²]	1.2	1.0	0.95	0.96	JIS Z 2101	
Durezza	[kN/cm ²]	1.7	2.8	2.5	2.7	JIS Z 2101	
Resistenza alla flessione da impatto	+ 20°C	[J/cm ²]	20	41	-	-	JIS Z 2101
	- 20°C	[J/cm ²]	8	41	-	-	JIS Z 2101
Assorbimento d'acqua	[mg/cm ²]	137	3.3	-	-	JIS Z 2101	
Resistività elettrica	secco	[Ω]	6.6x10 ⁷	1.6x10 ¹³	2.1x10 ¹²	3.6x10 ¹²	JIS K 6852
	umido	[Ω]	5.9x10 ⁴	1.4x10 ⁸	5.9x10 ¹⁰	1.9x10 ⁹	JIS K 6852
Forza di estrazione del tirafondo	[kN]	25	28	28	23	RTRI	
Forza di estrazione della caviglia	[kN]	43	65	-	-	RTRI	

Caratteristiche tecniche

Sin dal 1985, nel corso di diverse procedure di omologazione, sono state condotte prove approfondite sul materiale sintetico FFU della traversa. Nel 2008 l'Università Tecnica di Monaco condusse delle prove sui materiali delle traverse con un'altezza di cm 16. Il materiale FFU fu testato sulla base delle norme europee applicabili. Le traverse sintetiche in FFU sottoposte a prova dovettero

soddisfare parzialmente i requisiti previsti per le traverse in calcestruzzo. Il rapporto emesso dall'Università Tecnica presentò risultati estremamente positivi per il FFU in tutte le aree. Sulla base di questi risultati favorevoli, nel 2009 l'Autorità Ferroviaria Federale approvò la conduzione di test in condizioni di servizio per l'uso sicuro delle traverse ferroviarie in legno sintetico FFU all'interno dell'infrastruttura ferroviaria tedesca. L'Università Tecnica di Monaco ha condotto le seguenti prove:



Prova di compressione statica



Applicazione di carichi sulla traversa in legno sintetico FFU mediante rotaia e sistema di fissaggio della rotaia

Deformazione elastica del fungo di rotaia	
Supporto destro	Supporto sinistro
2.12 mm	1.71 mm

Deformazione permanente del fungo di rotaia	
Supporto destro	Supporto sinistro
0.42 mm	0.29 mm

Forza di estrazione media della caviglia	
Legno	FFU
35 kN	61 kN

Resistività elettrica R ₃₃	
DIN EN 13146-5	FFU
≥ 5 kΩ	71.9 kΩ

Carico statico al centro della traversa	
Legno	FFU
80 kN	240 kN

Estratto dal rapporto di prova n. 2466 del 19.9.2008 dell'Università Tecnica di Monaco Dipartimento e autorità di omologazione per il settore dei trasporti, Univ. Dr.-ing. Stefan Freudenstein

- Prova di fatica da vibrazione
 - Forza di trazione sulla caviglia
 - Prova di estrazione sulla caviglia
 - Prova di impatto
 - Resistività elettrica
 - Prova statica al centro della traversa
 - Prova di fatica al centro della traversa
 - Prova di compressione statica
 - Prova statica di deformazione a bassa temperatura
- $R = RT \text{ i } R = - 10^{\circ}C$

La prova del fatto che le caratteristiche tecniche del materiale rimangono invariate era evidente dopo 1,28 milioni di cicli di carico eseguiti ad una temperatura di 48°C. La prova di estrazione sulle caviglie ha fornito il risultato di una forza di estrazione media di 61 kn.



Eisenbahn-Bundesamt

Zentrale

Eisenbahn-Bundesbahn, Postfach 20 05 65, 53135 Bonn

Author: Dr. Eng. Franz Haban
 tel.: +49 (89) 54856-561
 fax: +49 (89) 54856-9561
 e-mail: HabanF@eba.bund.de
ref21@eba.bund.de
<http://www.eisenbahn-bundesamt.de>
 Date: 10.04.2017
 VMS N°: 3355804

SEKISUI CHEMICAL GmbH
 Cantadorstr. 3
 40211 Düsseldorf

Case reference ID (to be given in all communications):
 21.61-21izbo/021-2101#065-(544/16-Zul)

Subject: Approval of FFU 74 plastic railroad ties from SEKISUI Eslon Neo Lumber
Reference: Your application of 01/12/2016 – Mr. Bretschneider
Enclosures: 0

Dear Ladies and Gentlemen,

In response to your application for approval of the FFU 74 plastic railroad ties from SEKISUI Eslon Neo Lumber, I have decided as follows:

Decision

I, I approve the FFU 74 plastic railroad ties from SEKISUI Eslon Neo Lumber for use by federal railroad companies.

This approval is valid until 31/03/2022.

This decision contains 6 pages and may be used only as a whole.

The FFU 74 plastic railroad ties from SEKISUI Eslon Neo Lumber are manufactured from plastic and are not made of wood. They are approved for use on the top of breakstone ballast, under rails, switches and

Approvazione finale per l'uso di FFU in Germania fornita dall'EBA -
 Autorità ferroviaria federale tedesca



Prova di estrazione della caviglia



Traversa in legno sintetico FFU dopo la prova di impatto



Prova di fatica pulsatoria nella massiciata secondo la norma DIN EN 13230-3

La prova di impatto, con lo scopo di simulare il deragliamento, è stata condotta con un carico d'urto di 500 kg di massa applicata dall'alto. Dopo due prove in corrispondenza dello stesso punto, il legno sintetico FFU ha mostrato soltanto un'intaccatura con la forma del bordino della ruota. Anche dopo questa simulazione di deragliamento la traversa in FFU è rimasta dimensionalmente stabile: ciò garantisce l'invariabilità dello scartamento in caso di un eventuale deragliamento.

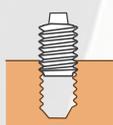
Nella prova statica al centro della traversa FFU, la forza applicata pari a 240 kn non ha danneggiato la traversa. A titolo di paragone, la traversa in legno naturale non ha superato la prova, rompendosi a soli 80 kn.

La prova di fatica è stata condotta nel centro della traversa in condizioni di prova estremamente critiche. Dopo 2,5 milioni di cicli di carico la variazione della deformazione elastica era di soli 0,4 mm, senza nessun segno di fatica discernibile. Per analizzare il comportamento a bassa temperatura, le traverse FFU sono state conservate a una temperatura

di -20°C. La prova successiva ha dimostrato che anche a temperature estremamente basse le fibre del legno sintetico FFU non presentano segni di friabilità.

La prova di fatica sotto la sede della traversa è stata effettuata nelle condizioni più sfavorevoli come ad es. scarsa geometria del binario, distribuzione irregolare dei carichi attraverso le rotaie, piastre sottorotaie rigide ed un carico dinamico supplementare sull'asse ruote pari a 250kN. La traversa FFU ha superato la prova senza alcuna eccezione, senza alcun tipo di danni, anche dopo due milioni di cicli di carico.

Metodo di riparazione con resina di poliestere bi-componente con fibre di vetro - tempo di polimerizzazione 30 minuti



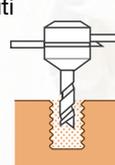
Profilatura



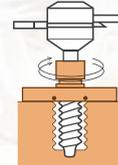
Pulizia del foro



Inserimento della resina sintetica



Perforazione del nuovo foro



Inserimento della caviglia

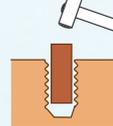
Metodo di riparazione con tassello di legno sintetico FFU e resina sintetica - tempo di polimerizzazione 4 ore



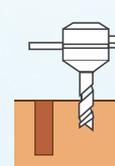
Pulizia del foro



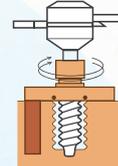
Inserimento della resina sintetica



Inserimento del tassello



Perforazione del nuovo foro



Inserimento della caviglia

Metodi di riparazione

Qualora vengano praticati dei fori in posizione errata o della misura sbagliata durante la lavorazione delle traverse in FFU in loco, la tecnologia del legno sintetico FFU consente due metodi diversi per una riparazione rapida ed efficiente senza compromettere la qualità del materiale della traversa.

Con il primo metodo il foro difettoso viene riprofilato, pulito e successivamente riempito con resina in poliestere bi-componente con fibre di vetro. Dopo un tempo di polimerizzazione di soli 30 minuti sarà possibile effettuare un nuovo foro

con uno spostamento di pochi millimetri rispetto al foro originale riparato.

Con il secondo metodo il foro difettoso deve essere pulito e riempito con resina sintetica liquida. Successivamente si procede all'inserimento di un tassello di legno sintetico FFU.

Per questo metodo il tempo di polimerizzazione è di circa quattro ore, e solo allora sarà possibile praticare un nuovo foro nel punto riparato.



<p>Scasso per cavi</p>	<p>Aumento della resistenza allo spostamento laterale</p> <p>Traversa con doppio tappetino</p>	<p>Traversa con tappetino per la mitigazione del rumore</p> <p>Traversa con tappetino</p>	<p>Collegamenti-giunti</p>	<p>Supporto elastico per binari senza massicciata</p> <p>Sottotraversa in gomma</p>
<p>Inserimento a nervatura</p>	<p>Collegamento imbullonato</p>	<p>Dentellatura</p>		
<p>Smussatura</p>	<p>Scalinatura</p>	<p>Lavorazione conica</p>	<p>Traversa biblocco</p>	



Produzione personalizzata

Le traverse in legno sintetico FFU possono essere fabbricate e consegnate franco fabbrica in base alle esigenze specifiche del cliente. Questo consente una notevole riduzione in termini di:

- adeguamenti al progetto,
- tempi di fuori servizio del binario,
- costi della logistica di cantiere,
- spese di preparazione.

- Varianti personalizzate disponibili:
- doppia scarpa per sopraelevazione,
 - fresatura di scanalature,
 - fori per traverse per ponti,
 - fori per caviglie,
 - fresature per elementi di supporto,
 - fresature per il rinforzo della briglia inferiore,
 - fresature per rivetti,
 - sabbatura delle superfici,
 - doppio tappetino per prevenire lo spostamento trasversale.

Le traverse sintetiche in FFU prefabbricate su richiesta del cliente possono essere contrassegnate in fabbrica conformemente al piano di posa.

Questa soluzione consente l'installazione senza problemi nella posizione predeterminata. Qualora sia necessario rispettare la pendenza preesistente della struttura di un ponte, le singole traverse in FFU destinate all'impiego sul ponte possono essere realizzate con diverse altezze, con una precisione millimetrica.



Scalpellatura di scassi



Piallatura



Preparazione di fori per le caviglie



Segatura di scassi



Scalpellatura di scassi

Lavorazione delle traverse

Il legno sintetico FFU può essere lavorato in modo convenzionale, come il legno naturale. Per le operazioni di foratura, segatura e scalpellatura delle traverse ferroviarie in legno sintetico possono essere utilizzati utensili standard. Le caratteristiche vincenti del legno FFU rispetto al legno naturale sono la maggiore durezza ed l'assenza quasi totale di pori. La vita degli utensili utilizzati può essere facilmente ottimizzata mediante l'impiego di utensili al Widia o per la lavorazione dell'acciaio.

Durante la lavorazione delle traverse sintetiche in FFU è necessario prestare attenzione al surriscaldamento degli utensili. Ciò può essere effettuato semplicemente mediante una leggera riduzione della velocità di rotazione e di avanzamento degli utensili. Grazie a questa soluzione si previene la fusione delle fibre di vetro dovuta al surriscaldamento.

In ogni caso è necessario rispettare le norme di sicurezza sul lavoro.

Il peso specifico del legno sintetico FFU 74 è di circa 740 kg/m³, con gli stessi vantaggi del legno naturale in termini di trasporto al cantiere.

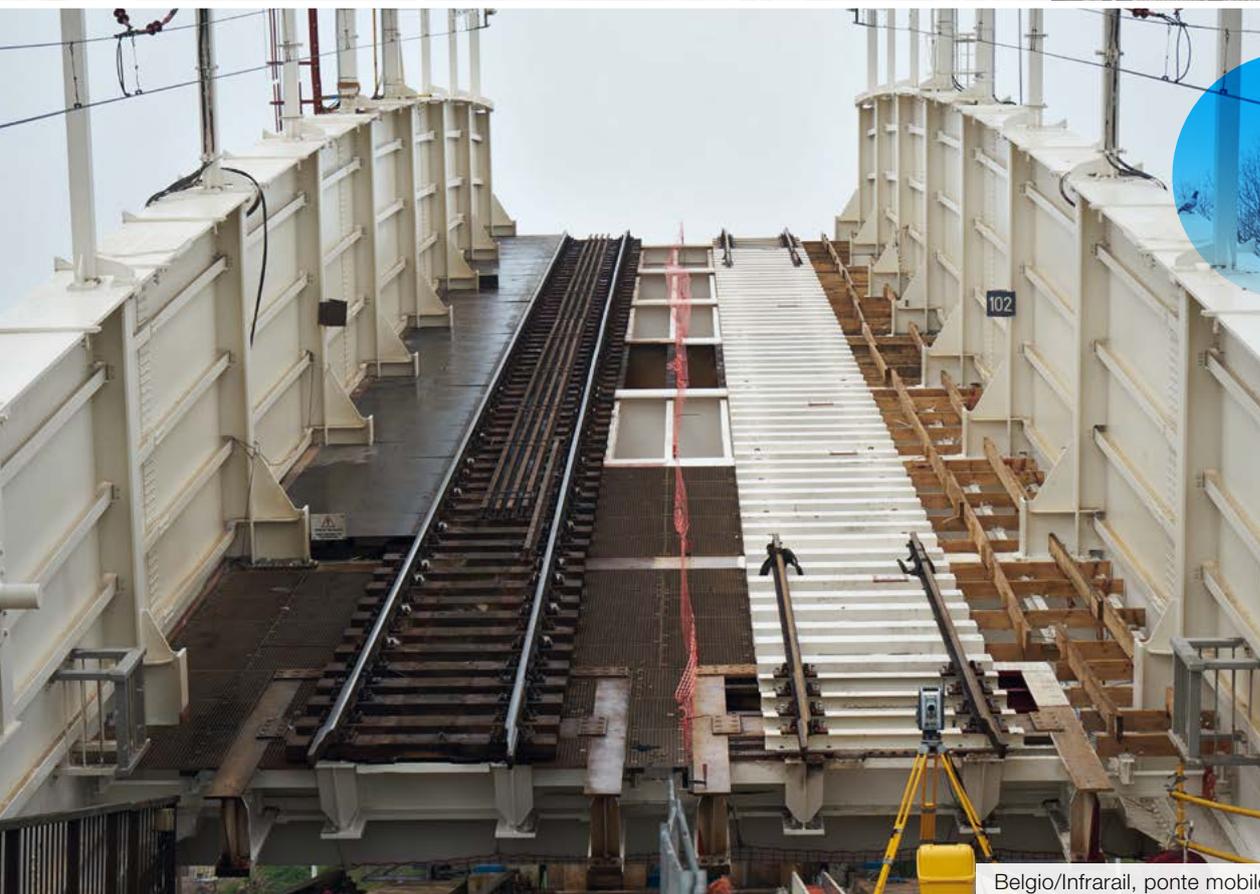
La stabilità dimensionale unita ai lavori di fresatura delle scanalature e applicazione della scarpa già svolti in fabbrica, consentono un'esecuzione dei lavori in loco con velocità e precisione. L'impegno lavorativo ed i tempi di fuori servizio del binario possono essere ottimizzati in modo che il binario venga messo rapidamente in servizio.



Supporto speciale per il legno sintetico FFU su struttura portante aperta in acciaio



Australia | Ponte ferroviario Minnamurra – carico per asse 38 t



Belgio/Infrarail, ponte mobile

Ponti ferroviari

Le traverse sintetiche in FFU, dal punto di vista tecnico e commerciale, possono essere utilizzate sui ponti ferroviari al pari delle traverse in legno naturale. Inoltre, l'installazione di traverse in FFU su ponti ferroviari presenta ulteriori vantaggi significativi per la struttura del ponte, dovuta:

- alla vita utile estremamente lunga,
- all'elevata resistenza agli agenti atmosferici,
- allo stesso peso,
- alla stabilità dell'aspetto visivo,
- al mantenimento dei parametri statici,
- al rispetto delle pendenze,
- all'omogeneità delle traverse del ponte,
- all'uso dei normali sistemi di fissaggio,
- all'uso di utensili convenzionali, all'assenza di insetticidi,
- ai tempi di fuori servizio del binario ridotti,
- all'aumento della sicurezza ferroviaria,
- alla stabilità dimensionale,
- al contatto dell'intera superficie con la struttura portante del ponte,
- alle speciali sezioni trasversali omogenee,
- agli ottimi parametri tecnici,
- all'elevata disponibilità del binario,
- agli interventi di manutenzione limitati,
- ai costi di manutenzione ridotti.





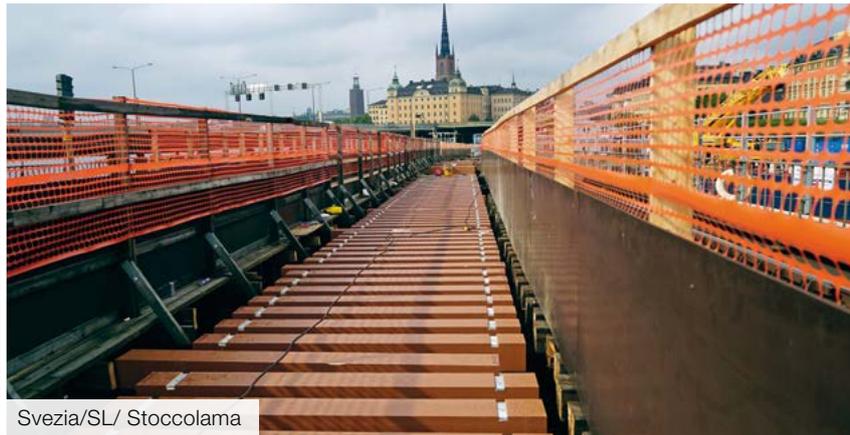
DB AG | Binario con massicciata da 1,200 m su un ponte presso Naumburg



Gran Bretagna/Network Rail/ Ashford



Svizzera/SOB, ponte Hurdener



Svezia/SL/ Stoccolama

Il legno sintetico FFU viene installato rapidamente, con competenza e precisione da società addette ai lavori ferroviari e da imprese edili.

Nel 2014 un significativo numero di aziende ferroviarie ha scelto di utilizzare il legno sintetico FFU su oltre 1.400 km di binari in tutto il mondo.

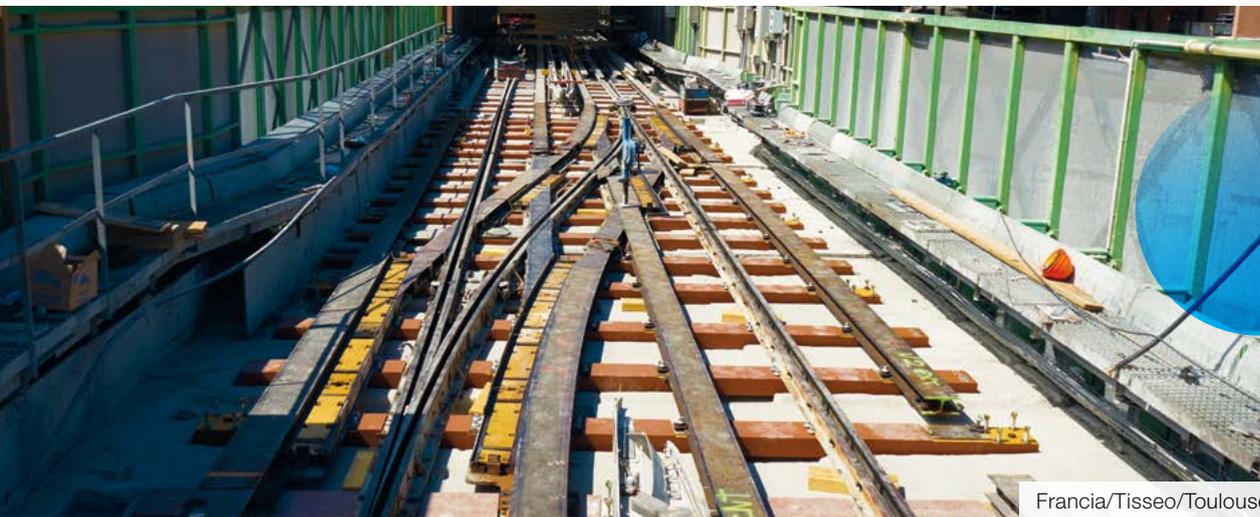
Dal 2004 le traverse sintetiche in FFU sono state utilizzate in progetti in Europa, sempre con la piena soddisfazione dei clienti. L'elevata disponibilità della rete

ferroviaria è l'obiettivo principale per la maggior parte degli operatori del settore ferroviario.

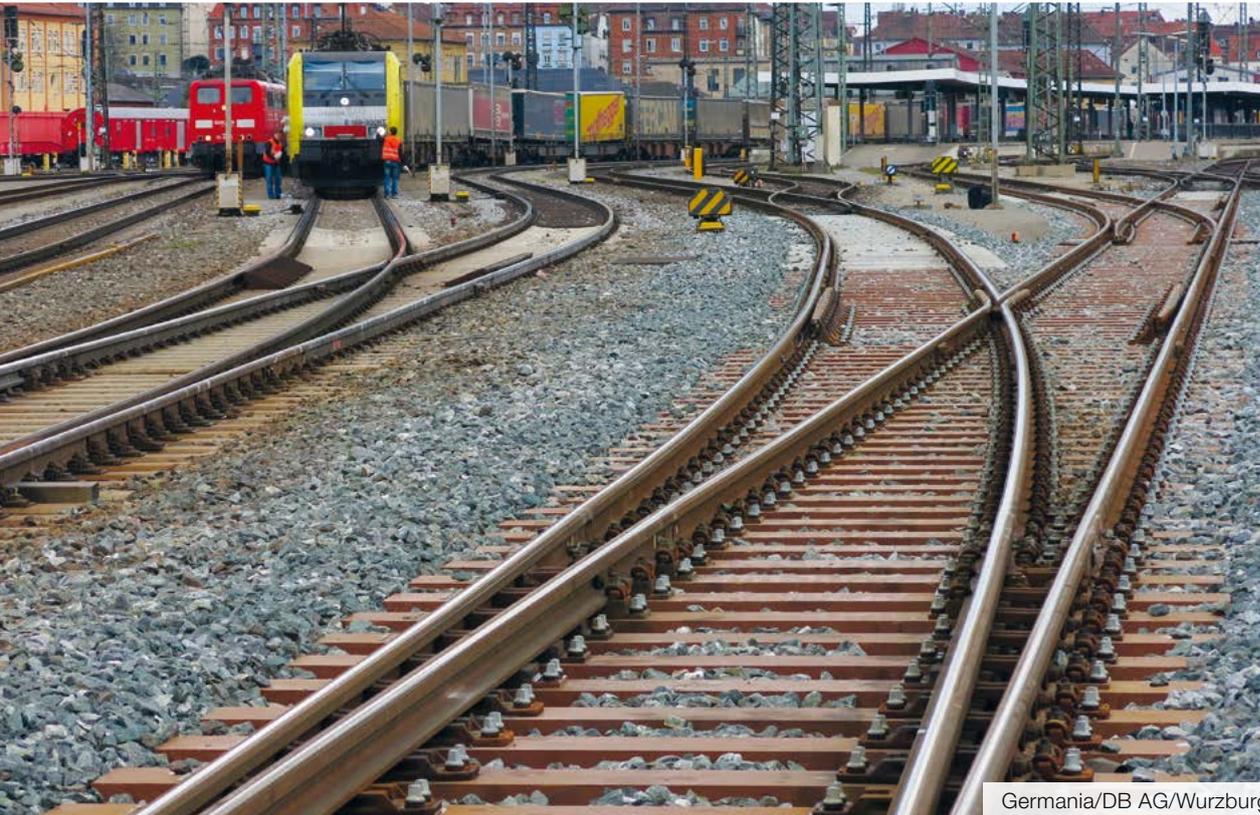
Allo stesso tempo gli intervalli di manutenzione per le strutture portanti del ponte devono essere rispettati, ad esempio:

- ripristino del rivestimento anti-corrosivo dopo circa 30 anni,
- sostituzione delle rotaie dopo circa 30 anni,
- manutenzione delle strutture in acciaio dopo circa 50 anni,
- sostituzione delle traverse in FFU per ponti dopo circa 50 anni.

Grazie a queste caratteristiche l'operatore ferroviario non sarà costretto ad una prolungata messa fuori servizio del binario fino al trascorrere dei 50 anni stimati.



Francia/Tisseo/Toulouse



Germania/DB AG/Wurzburg

Deviatoi

L'ottimo comportamento elastico del legno sintetico FFU, la vita utile significativamente maggiore, le elevate proprietà di resistività elettrica e resistenza agli agenti chimici, rendono questo materiale ideale per l'impiego nei deviatori. Esso, inoltre, è particolarmente adatto nei deviatori in cui l'operatore ferroviario si trova a dover affrontare elevati costi operativi e di manutenzione. Oltretutto le traverse sintetiche in FFU possono essere prodotte in qualsiasi lunghezza, offrendo così nel complesso numerosi vantaggi per l'impiego nei deviatori:

- buon ancoraggio nella massicciata,
- prolungato mantenimento delle proprietà elastiche nella regione del cuore del deviatoio,
- stabilità dello scartamento dopo eventuali deragliamenti,
- stabilità dimensionale dopo il deragliamenti,
- sicurezza prolungata dell'ancoraggio della rotaia,
- elevata resistenza agli agenti atmosferici,
- nessun assorbimento di acqua,
- elevata resistenza agli agenti chimici,
- resistenza al grasso,
- nessun impatto ambientale dovuto ad impregnanti chimici,
- assenza di insetticidi



- possibilità di riparazione rapida,
- Doppio tappetino/maggiore stabilizzazione trasversale,
- uso di sistemi di fissaggio convenzionali,
- uso di utensili standard,
- tempi di fuori servizio del binario ridotti,
- aumento della sicurezza ferroviaria,
- ottimi parametri tecnici,
- elevata disponibilità del deviatoio,
- elevata resistività elettrica / isolamento.

Grazie ai suoi numerosi vantaggi il legno sintetico FFU è la scelta preferita per l'impiego di traverse in deviatoi in binari con o senza massicciata, dove questi sono generalmente dotati di tappetini in gomma. La stabilità dimensionale e la conseguente stabilità di posizionamento durante il montaggio dei deviatoi in fabbrica sono alcuni dei vantaggi del legno sintetico FFU. Grazie all'assemblaggio rapido ed affidabile in fabbrica i deviatoi richiedono solo un ridotto impegno durante la loro messa in opera.



I deviatoi realizzati con traverse sintetiche in FFU presentano un peso paragonabile a quelli realizzati in legno naturale (circa 740 kg/m³) e offrono enormi vantaggi in termini di trasporto e logistica di cantiere. Una struttura preesistente equipaggiata con traverse in legno naturale può essere ampliata senza alcun problema con le traverse sintetiche in FFU.

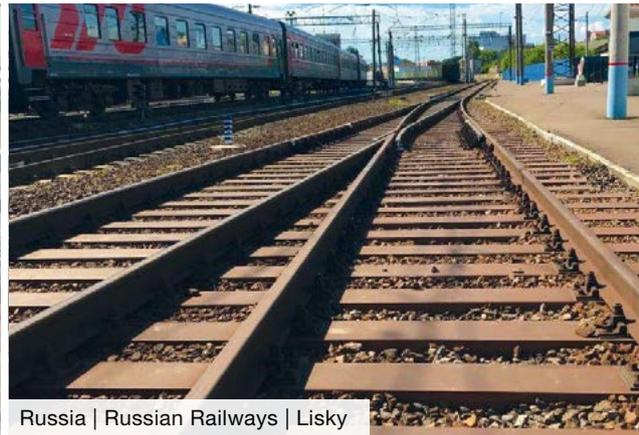
I numerosi anni di esperienza hanno confermato che il legno sintetico FFU presenta gli stessi vantaggi del legno naturale, in termini di comportamento elastico del binario nella zona del deviatoio. Tuttavia nella zona del cuore del deviatoio e nei collegamenti con i binari esistenti, il legno FFU presenta un comportamento elastico del materiale significativamente migliore rispetto al legno naturale ed assicura un movimento più armonioso della ruota sulle rotaie e sulla sovrastruttura del binario.



Svizzera/BLS AG/Goppenstein



Svizzera/BLS AG/Aeflingen



Russia | Russian Railways | Lisky

I dipendenti della Deutsche Bahn (Ferrovie Federali Tedesche) riferiscono che dopo due anni i deviatori installati con l'impiego di traverse di legno sintetico FFU presentano una posizione invariata nella massicciata „come se fossero stati installati ieri“. Essi inoltre sostengono che le traverse nella zona del cuore del deviatoio presentano un comportamento completamente elastico e continuano ad essere nella posizione appropriata. Gli stessi riferiscono che la transizione tra il binario con

traverse in calcestruzzo ed il deviatoio realizzato con traverse in FFU è completamente priva di problemi e presenta risultati ideali.

L'utilizzo di legno sintetico FFU consente di evitare processi di impregnazione dannosi per l'ambiente, odori fastidiosi e rimozione di danni dovuti agli agenti atmosferici.



Prova di fatica sotto il supporto della rotaia



Prova di fatica da vibrazione



Caviglia Ss-8 – diametro 24 mm	
Diametro foro / punta	Forza di estrazione [kN]
19 mm / Punta per acciaio	56.8
20 mm / Punta per acciaio	52.7
20 mm / Punta per legno	49.6

Traversa sintetica (h=100mm) dopo la prova di resistenza	Deformazione elastica del fungo di rotaia		Deformazione plastica del fungo di rotaia	
	Supporto 1	Supporto 2	Supporto 1	Supporto 2
3 milioni di cicli di carico	1.60 mm	1.60 mm	0.45 mm	0.15 mm

Traversa piatta in FFU[®] | Parametri tecnici

Con un'altezza di 12 cm, la „traversa sintetica in composito“ più sottile al mondo (nel 2013) ha fornito risultati positivi nelle prove condotte nell'autunno 2013 sulle grandi linee ferroviarie (22.5t) con velocità $v < 200$ km/h, condotte dall'organo di omologazione per la costruzione di arterie di trasporto dell'Università Tecnica di Monaco.

Le prove sono state condotte su traverse sintetiche in FFU di dimensioni 10 x 26 x 260 cm (ferrovie extraurbane) e 12 x 26 x 260 cm (grandi linee ferroviarie) in collaborazione con l'EBA (Autorità Ferroviaria Tedesca) e DB ag; nel corso delle

ricerche sulle traverse di legno sintetiche sono state condotte le seguenti prove:

1. Comportamento della traversa con l'applicazione di carichi verticali e orizzontali nella prova di fatica da vibrazione. Supporto nella massicciata in base alla norma DIN EN 13481-3.
2. Prova statica e dinamica sulle traverse sintetiche in base alla norma DIN EN 13230-2.
3. Prova di estrazione sulle caviglie secondo la norma DIN EN 13481-2.

Nella prova di fatica da vibrazione è stata riscontrata una deformazione

elastica massima di 0,23 mm ed una deformazione permanente massima di 0,18 mm sotto la piastra dopo 3 milioni di cicli di carico. Lo spostamento orizzontale (resiliente e permanente) delle piastre è stato in media di circa 0,6 mm.

Per studiare il comportamento della traversa sottoposta a carico flettente, le prove statiche sono state condotte al centro della traversa secondo la norma DIN EN 13230-2. Distanza dei supporti 1,5 m e larghezza della piastra di carico 100 mm; con un carico di 70 kn la deformazione della traversa (altezza 120 mm) è risultata essere 15 mm.



La prova di fatica di 2 milioni di cicli di carico è stata condotta al centro della traversa secondo la norma DIN EN 13230-4. Il carico applicato è stato inizialmente fino a 65 kN. La prova di fatica è proseguita con una coppia di 23 kNm. Tale valore di coppia corrisponde ad un carico per asse di 250 kN ed una velocità del treno $V \geq 200$ km/h. Nessun danno alla traversa è stato rilevato durante la prova di fatica con 2 milioni di cicli di carico.





La deformazione resiliente dopo 2 milioni di cicli di carico era pari a solo 0,25 mm maggiore rispetto all'inizio della prova. Inoltre, si è notato che la deformazione è rimasta quasi costante per tutta la prova di fatica, ossia senza la presenza di segni di fatica. La prova di fatica da compressione sotto il supporto della rotaia è stata condotta secondo la norma DIN EN 13230-2 (traverse in calcestruzzo). Per la prova di fatica è stato scelto un carico di 150 kN, che corrisponde ad un carico per asse di 250 kN ed una

velocità del treno di $V < 200$ km/h. Un carico statico di $1,2 \times 150$ kN = 180 kN è stato applicato prima della prova di fatica. Dopo la prova di fatica il carico statico è stato aumentato a 2×150 kN = 300 kN. La prova di fatica è stata effettuata utilizzando una piastra RPH 1 di dimensioni 160 x 345 mm. sotto il supporto della rotaia su due traverse (altezza 120 mm). Una piastra sottorotaia di 5 mm di spessore in materiale sintetico è stata installata anche sotto la piastra.



Germania/DB AG-SOB/ Vilsbiburg



Rincalzatura di una traversa piatta



Transizione tra traverse in calcestruzzo e traverse piatte in FFU

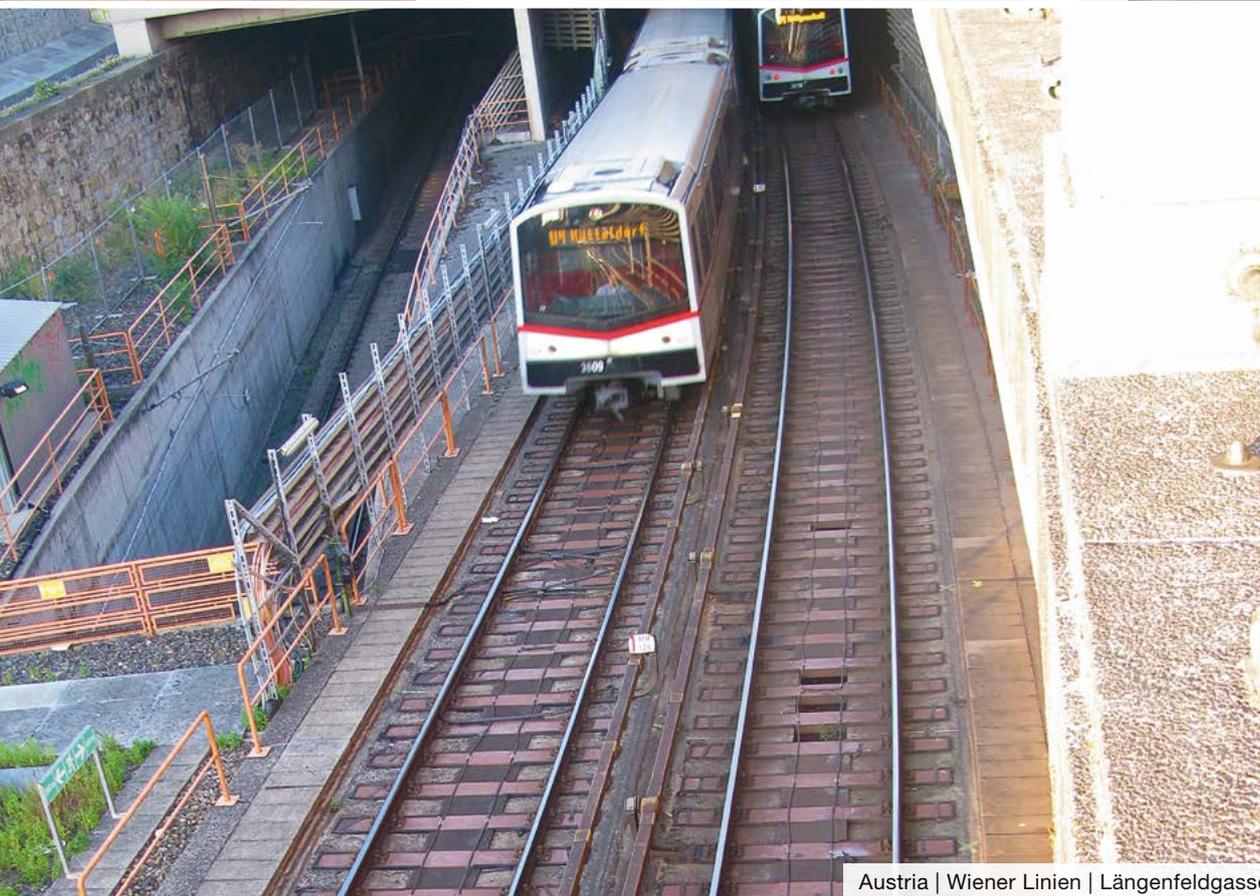
La prima traversa è stata sottoposta a 5 milioni di cicli di carico e la seconda a 2 milioni cicli di carico. Dopo 5 milioni di cicli di carico con un carico di 150 kn è stata registrata una deformazione di 4,8 mm.

Le prove di estrazione sono state condotte secondo la norma EN 13481-2 su 12 caviglie Ss 8-140 e traverse sintetiche da 120 mm di altezza.

Il carico è stato aumentato gradualmente fino all'estrazione della caviglia. Il risultato per la caviglia Ss 8-140 è stato rispettivamente di una forza di estrazione media di 57 kN (diametro standard del foro 19 mm) e 51 kN (diametro standard del foro 20 mm). Le forze di estrazione nelle precedenti prove di estrazione delle caviglie su traverse di legno da 16 cm di altezza hanno fornito risultati di circa 35 kN (vedi Rapporto di prova n. 1687 del 30.06.1997 [2]).



Austria | Wiener Linien Vienna | Fissaggio diretto sul ponte sul Danubio



Austria | Wiener Linien | Längenfeldgasse

Traverse per binari | Traverse per deviatoi

Nel 2014 l'Autorità Federale per le Ferrovie Tedesche (EBA) e l'Ufficio Federale Svizzero dei Trasporti hanno concesso l'approvazione per l'utilizzo di traverse piatte sulle loro reti ferroviarie di competenza.

Nel corso della stretta collaborazione con il personale della Deutsche Bahn è stato constatato che nella rete ferroviaria vengono a crearsi colli di bottiglia che richiedono interventi di manutenzione frequenti e molto costosi. Ciò avviene in particolare in luoghi dove lo spessore della massicciata sotto le traverse non è più sufficiente o dove le strutture artificiali sopra o sotto la linea ferroviaria limitano

la sagoma cinematica della linea ferroviaria. La DB ha comunicato per iscritto la propria esperienza positiva con questo tipo di traverse ferroviarie impiegate sulle sezioni della linea, sottoposte fino a 100.000 tonnellate di carico al giorno.

Applicazioni delle traverse in FFU con altezza di 10 cm e 12 cm

Traverse di 10 cm di altezza
Dal 2008 la Vienna Wiener Linien installa regolarmente traverse in FFU con un'altezza di 10 cm. Il binario della linea tramviaria numero 31 sul ponte Floridsdorf è stato realizzato con traverse FFU da 10 cm di altezza con attacco diretto, per un totale di 1600

metri di binario realizzato con traverse in FFU. Poiché gran parte della rete metropolitana viennese è stata realizzata con l'impiego di traverse in poliuretano e queste hanno terminato la loro vita utile, attualmente è in corso un programma a lungo termine per sostituire queste traverse con traverse sintetiche in FFU. Si tratta principalmente di binari senza massicciata e sistemi di morsetti pesanti e leggeri nelle gallerie.

In Germania l'operatore di trasporto Bogestra nel 2012 ha costruito un deviatoio con l'impiego di traverse in legno sintetico da 10cm di altezza all'interno di un binario con massicciata.



Traverse di 12 cm di altezza

Le ferrovie della Baviera sudorientale hanno installato queste traverse in sovrappassi di strade agricole e altre tipologie di strade. Nei pressi di Hannover, le traverse da 12 cm di altezza sono state installate su una linea ferroviaria della Deutsche Bahn che trasporta 100.000 tonnellate di carico ogni giorno.

Dopo 18 mesi è stato confermato per iscritto che le traverse soddisfano pienamente i requisiti dell'operatore ferroviario.

In Svizzera, nel 2014, le ferrovie della Rhaetian hanno installato le prime traverse da 12cm di altezza su un cavalcavia presso una strada in località Tavanasa. Ciò dopo che il BAV (Ufficio Federale dei Trasporti) nel gennaio 2014 aveva approvato le prove in condizioni di servizio per l'impiego delle traverse sintetiche FFU con altezza di 12 cm e superiore, anche all'interno delle gallerie dove vengono utilizzate traverse in legno.



Montaggio e profili speciali

All'inizio del loro impiego nel 1980, le traverse biblocco di legno sintetico FFU furono installate in un binario con massicciata in una galleria. I risultati delle prove iniziali del 1985 confermarono le eccezionali proprietà del legno sintetico FFU.

In passato i passaggi a livello sulle linee secondarie generalmente venivano costruiti con traverse in legno. Il rapido invecchiamento del legno, la presenza di carichi elevati

dovuti al transito di macchinari agricoli e forestali, e allo stesso tempo la necessità di mantenere adeguati livelli di sicurezza per i pedoni comportavano la sostituzione o la riparazione delle traverse in legno in tempi necessariamente molto brevi.

Rispetto al legno naturale il legno sintetico FFU è un materiale quasi privo di pori che non assorbe umidità, non necessita di alcun prodotto chimico dannoso per l'ambiente (tutela dell'ambiente e delle acque) e risulta essere estremamente resistente agli agenti atmosferici.

Oltre ad una vita utile superiore alla media, il legno sintetico FFU è riciclabile al 100%. Questi aspetti rendono i passaggi a livello più sicuri e offrono la certezza di un servizio nettamente prolungato.

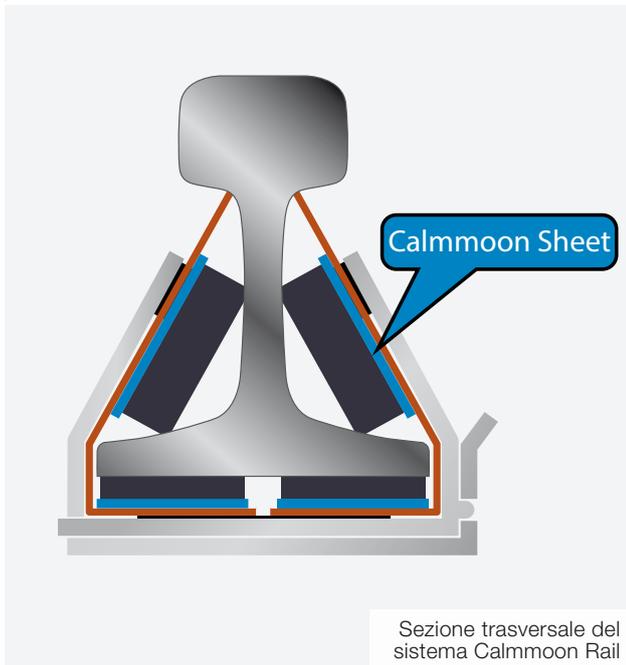
Per rimuovere un vecchio passaggio a livello e installarne uno nuovo, realizzato con traverse in legno sintetico FFU, è sufficiente una sola ora. Il servizio ferroviario può così essere ripristinato immediatamente ed il passaggio aperto nuovamente al traffico.



Dettaglio del sistema riduzione del rumore Calmmoon Rail



Sistema Calmmoon Rail sulla rete Deutsche Bahn



Calmmoon Sheet

Sezione trasversale del sistema Calmmoon Rail



Materiale Calmmoon da 1,3 mm di spessore utilizzato come piastra fonoassorbente per lo smorzamento acustico di ponti

Sistema Calmmoon Rail

Riduzione del rumore nella rete ferroviaria

Il sistema Calmmoon Rail è una tecnologia molto efficace che consente una notevole riduzione delle emissioni di rumore proprio alla loro

origine. L'efficacia del Calmmoon Rail è già stata provata in diverse serie di prove pratiche, e dall'impiego da parte della Deutsche Bahn. Nel 2014 oltre 80 km di binari della rete Deutsche Bahn sono stati

equipaggiati con il sistema Calmmoon Rail. Secondo le informazioni della DB ag, la rumorosità complessiva dell'infrastruttura ferroviaria è stata ridotta in media di 3 dB.

Sistema Calmmoon

Le piastre fonoassorbenti sono composte da uno strato di resina sintetica fono- e vibro-assorbente ricoperto con lamiera di acciaio. Il Calmmoon è sottile e presenta ottime proprietà fonoassorbenti, pertanto unisce le virtù di un sistema

per la riduzione del rumore flessibile e facile da installare. Grazie al suo elevato potere adesivo e all'efficace insonorizzazione, il Calmmoon trova un impiego sempre più crescente nelle zone di rispetto della quiete negli aerei commerciali e nei treni ad

alta velocità, nonché nella cantieristica navale (soprattutto nelle navi da crociera e nei traghetti passeggeri più grandi) in qualità di rivestimento fonoassorbente per ponti in acciaio e per sistemi di condizionamento industriale e compressori.



SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER IL SETTORE FERROVIARIO

State of the Art