

La Digital Transformation a supporto della sicurezza nel trasporto merci su rotaia

3 Luglio 2017

Marco Cipelletti



Polo Mercitalia e Cemat

Polo Mercitalia e Cemat

Operativo dal gennaio 2017, il Polo Mercitalia è una nuova realtà industriale che racchiude tutte le società del Gruppo FS Italiane già impegnate nel settore del trasporto merci e della logistica, di cui Cemat è una delle società.



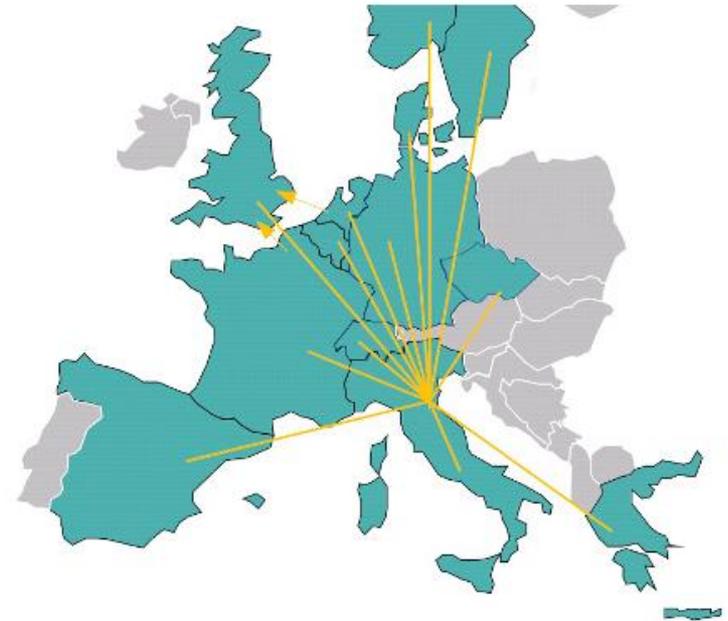
La realtà Cemat

Cemat è il maggior operatore del trasporto combinato in Italia ed il terzo in Europa. Promuove, organizza e commercializza trasporti combinati strada-rotaia, combinati nave-rotaia e trasporti Door to Door in Italia e all'estero, gestendo una rete di treni che collega oltre 150 terminali intermodali dislocati su tutto il territorio europeo.



Attraverso lo sviluppo dell'intermodalità CEMAT intende contribuire al miglioramento:

- della sicurezza nel trasporto delle merci;
- dell'efficacia ed efficienza del network logistico a disposizione delle imprese
- dell'impatto che le attività di trasporto merci hanno sull'ambiente



L' asset carri in Cemat

Cemat dispone di un parco carri dedicato al trasporto combinato composto di circa 3.000 piattaforme, utilizzate sia nel traffico nazionale che in quello internazionale.



La flotta di CEMAT, completamente interoperabile e all'avanguardia, si suddivide in:

- carri per il trasporto di casse mobili e container,
- carri ribassati per unità di carico ad alto profilo,
- carri per il trasporto di semi rimorchi gruabili (compresi i mega trailer)

e permette a CEMAT di trasportare ogni tipologia di unità di carico.



Il Progetto del "carro intelligente"

Scelta di sistema IoT per il monitoraggio carri

SCREENING

2015

- Screening delle società presenti sul mercato del monitoraggio carri ferroviari



Gennaio 2016

- 1° DEMO del "Carro Intelligente"



Giugno 2016

- 2° DEMO del Carro Intelligente



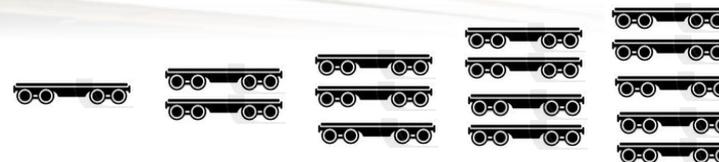
2017

- Installazione dei sensori su altri 25 carri



...

- Flotta intelligente



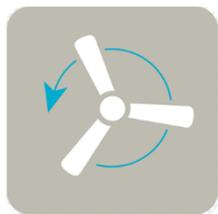
SPERIMENTAZIONE

ADOZIONE

Carri e il sistema di recupero dell'energia

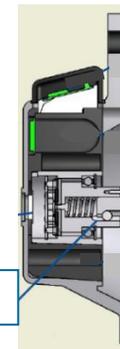
La difficoltà di avere a disposizione una fonte di alimentazione elettrica sul carro facilmente manutenibile e altamente affidabile è stata per anni l'ostacolo principale per l'adozione di sistemi tecnologici sui carri ferroviari destinati al trasporto delle merci. Tale difficoltà è stata superata grazie all'evolversi delle tecnologie e a innovativi sistemi autonomi di recupero energetico oggi disponibili sul mercato, quali :

- **Pannelli solari:** deve essere posizionato su superfici esposte alla luce solare → difficile applicazione sui carri per il TC.



- **Eolico:** deve essere posizionato sotto il telaio → problema degli impatti con il ballast.

- **Rotore magnetico:** deve essere posizionato all'interno della boccia della sala → facile applicazione.



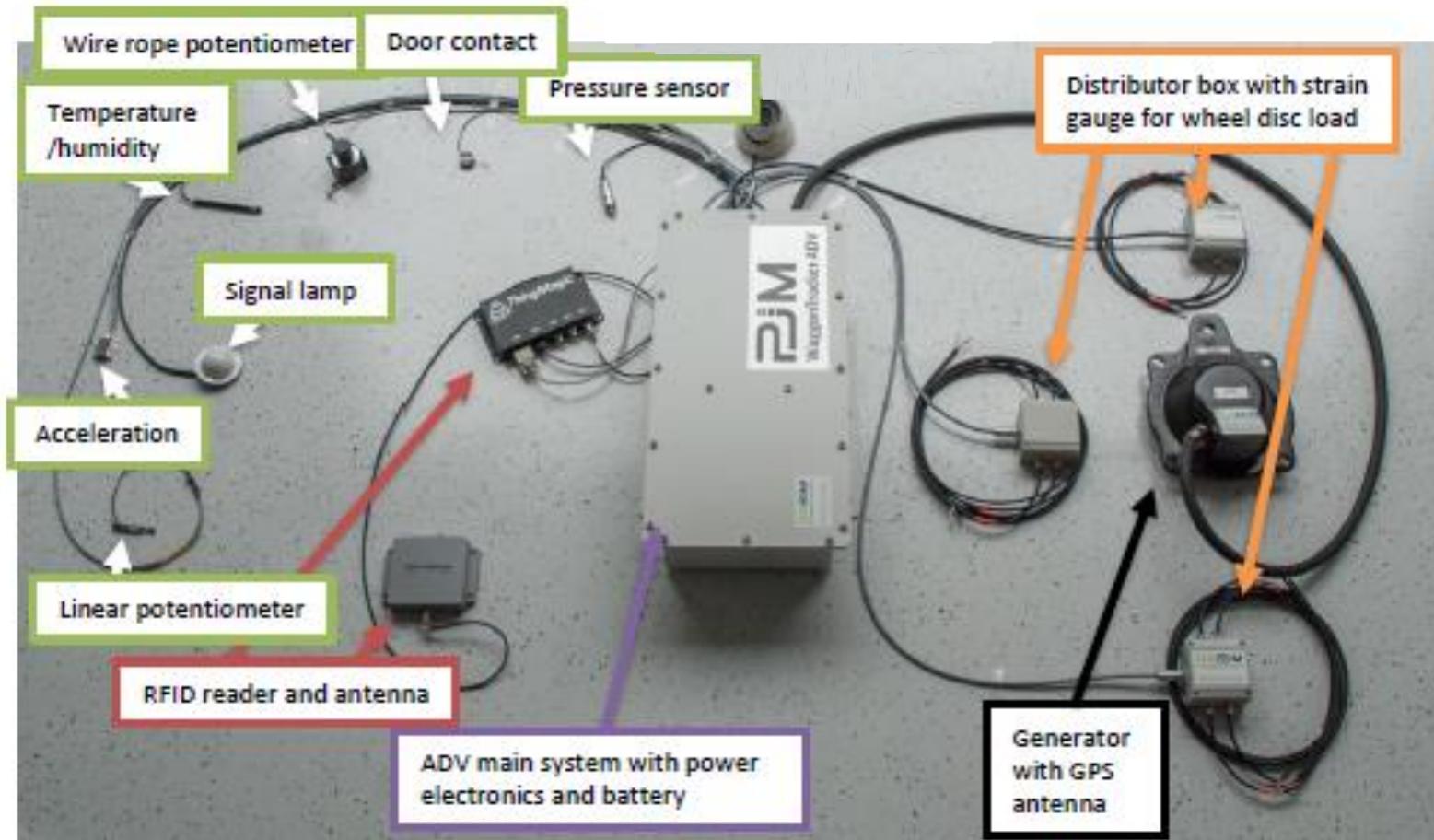
Il sistema di recupero dell'energia

La soluzione di recupero energetico adottata da CEMAT è stata quella del **Rotore Magnetico** per i seguenti motivi:

- potenza ricavabile elevata (picchi di 5 kW), utilizzabile per alimentare ulteriori sensori aggiuntivi in future versioni più evolute del Sistema;
- robustezza della soluzione;
- posizione comoda per l'esecuzione della manutenzione.



Sistema di monitoraggio



I parametri monitorati

Luci di Segnalamento
Carico: verde/ gialla / rossa

Impatti verticali e
longitudinali: 0,0/0,1 g

Carico: 57,8 t

Velocità: 7 km/h

Percorrenza:
55.520,03 km

Posizione: Verona

Temperatura
boccole: 37 °C



Posizione : GPS

Velocità : Rotore

Percorrenza : Rotore

Carico : Estensimetri

Impatti : Accelerometri

Temperatura boccole :
Termometro

Sensore GPS & Rotore

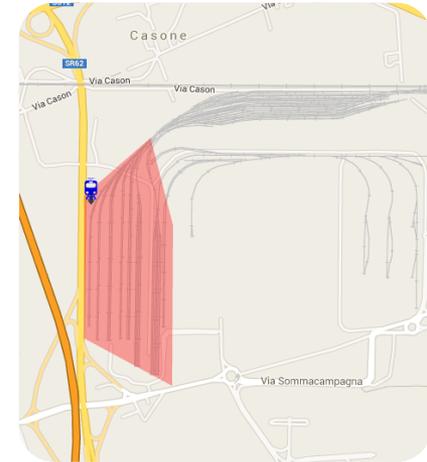


DESCRIZIONE

Il GPS è posizionato all'interno della centralina, mentre la sua antenna è all'interno di una boccola del carro per poter captare al meglio il segnale dei satelliti. L'alimentazione della centralina avviene mediante un cavo collegato alla boccola. In caso di cambio sala, non viene cambiato il coperchio della boccola.

UTILIZZO

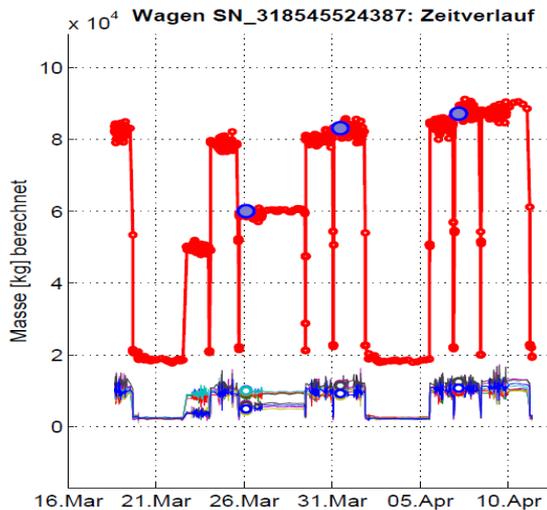
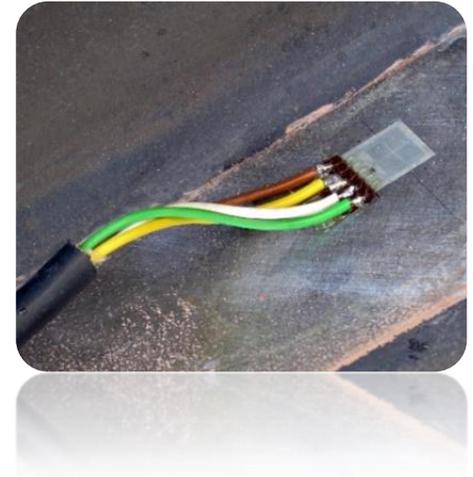
- Posizione in tempo reale (servizio al cliente)
- Controllo percorrenza effettiva
- Legame evento-posizione/ora/velocità di marcia e di tutti gli altri dati raccolti



Sensori: Estensimetri

DESCRIZIONE

Gli estensimetri rilevano le deformazioni dei carrelli permettendo di determinare il carico su ogni ruota del carro in tempo reale. Inoltre, un sistema di segnalamento luminoso sulla fiancata del carro indica lo stato di carico del carro (carico corretto, approssimarsi del carico limite, sovraccarico raggiunto, ecc.) nella fase di caricamento in terminal.



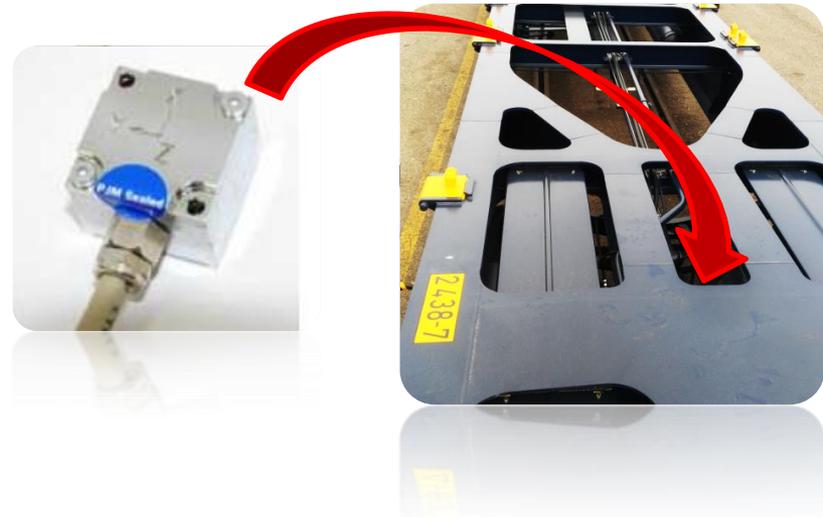
UTILIZZO

- Rilevamento carico gravante su ciascuna ruota
- Impedire il verificarsi di sovraccarichi
- Rilevare sbilanciamenti di carico delle UTI
- Introduzione di controlli ad hoc per carri che viaggiano ai limiti di carico ammessi

Sensori: Accelerometri

DESCRIZIONE

Gli accelerometri (uno per carrello), posizionati sul telaio in corrispondenza dei carrelli, permettono di rilevare le accelerazioni lungo gli assi longitudinale e verticale del carro. I sensori trasmettono il dato se interrogati o se i valori misurati superano delle soglie prefissate.



UTILIZZO

- Rilevamento urti in fase di carico/scarico delle UTI
- Rilevare urti nelle fasi di manovra del carro
- Correlazione impatti subiti a peso caricato/velocità di marcia, etc...
- Predisposizione controlli specifici in caso di evento

Sensori: Termometri

DESCRIZIONE

I termometri (uno per boccola) sono disposti sul carrello, a contatto con la boccola e sono protetti da materiale impermeabile ma non isolante. La temperatura rilevata va confrontata come differenza con le altre temperature per rilevare eventuali boccole surriscaldate.



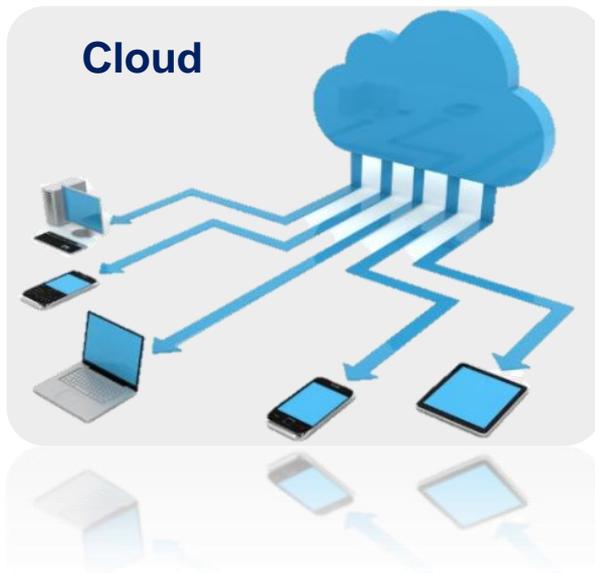
UTILIZZO

- Rilevamento temperatura di esercizio boccole
- Alert per superamento soglie
- Programmazione scarto carri prima di eventuale escalation del problema
- Definizione andamento temperature ideale in base ai parametri del viaggio (carico, temperatura esterna, percorrenza)



La trasformazione digitale della manutenzione carri

Raccolta e storicizzazione dei dati



Cloud

GSM



I dati vengono trasmessi dai sensori alla centralina via cavo. Dalla centralina i dati vengono trasmessi via rete cellulare ad un Cloud e successivamente integrati nei sistemi aziendali di Cemat. La **frequenza** della trasmissione dati è stata fissata in:

- **1 minuto** durante la fase di carico e scarico delle unità di carico in terminal;
- **5 minuti** durante il viaggio (frequenza modificabile secondo le esigenze).

DATA	ORA	STAZIONE	OPERAZIONE	STATO	VALORE	UNITA'	...
2015-10-20	10:00	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:05	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:10	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:15	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:20	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:25	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:30	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:35	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:40	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:45	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:50	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	10:55	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:00	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:05	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:10	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:15	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:20	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:25	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:30	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:35	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:40	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:45	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:50	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	11:55	...	...	...	...	...	...
2015-10-20	12:00	...	...	...	...	...	...

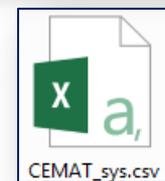
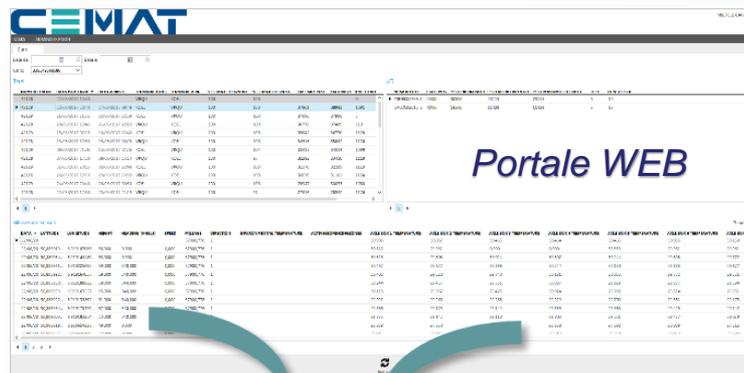
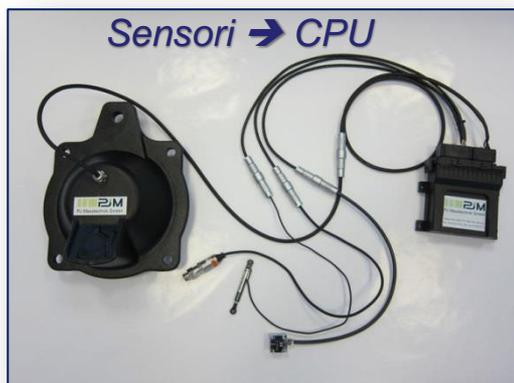
Intelligent Data Analysis

Sono stati impostati due tipologie di soglie per il monitoraggio dei dati provenienti dai sensori:

- la prima tipologia esegue il monitoraggio continuo della sicurezza, cioè controlla in tempo reale che le variabili non superino i valori di riferimento dell'infrastruttura ferroviaria, delle norme EN e del produttore del carro.
- la seconda tipologia di soglie esegue un monitoraggio continuo durante il viaggio delle variabili misurate che rileva lo stato generale del carro (es. temperatura boccole, peso assiale).



Sistema di Storage & Alerting



Esportazione file

Tutti i dati raccolti dai i sensori sono integrati sui sistemi aziendali di CEMAT e sono visibili su un **Portale WEB** per essere analizzati in tempo reale dagli esperti della manutenzione. E' stato creato un sistema di Alerting dei parametri monitorati che invia e-mail "opportunamente configurate" al raggiungimento di determinati valori di soglia. Queste informazioni sono inoltre facilmente esportabili.

Il sistema di Storage: Portale WEB



MICHELE CAPARELLI

TASKS ADMINISTRATION

Carri
 Data da: Data a:
 Carro:

Treni

NUMERO TRENO	DATA PARTENZA	DATA ARRIVO	TERMINAL PART.	TERMINAL ARR.	VEL. MAX RELAZIONE	VEL. MAX RILEVATA	KM PARTENZA	KM ARRIVO	KM TOTALI
42128	27/06/2017 13:50		VRQU	KOEL	100	100			0
▶ 42129	22/06/2017 20:40	27/06/2017 09:48	KOEL	VRQU	100	100	37901	38992	1091
42129	21/06/2017 21:35	22/06/2017 22:38	KOEL	VRQU	100	100	37896	37898	3
42128	20/06/2017 16:45	21/06/2017 22:23	VRQU	KOEL	100	100	36778	37489	710
42129	15/06/2017 07:15	16/06/2017 22:40	KOEL	VRQU	100	100	35642	36770	1128
42128	13/06/2017 17:50	15/06/2017 00:25	VRQU	KOEL	100	100	34516	35642	1126
42129	09/06/2017 21:05	13/06/2017 07:26	KOEL	VRQU	100	104	33415	34514	1099
42128	07/06/2017 17:30	08/06/2017 23:14	VRQU	KOEL	100	97	32292	33410	1119
42129	31/05/2017 20:15	02/06/2017 22:48	KOEL	VRQU	100	100	31170	32289	1119
42126	26/05/2017 12:10	29/05/2017 13:30	VRQU	KOEL	100	100	30036	31161	1124
42129	24/05/2017 20:40	26/05/2017 00:50	KOEL	VRQU	100	100	28947	30035	1088
42128	22/05/2017 17:50	23/05/2017 21:19	VRQU	KOEL	100	97	27816	28942	1126

UTI

NUMERO UTI	CALC. POS.	PESO DICHIARATO	PESO MEDIO RILEVATO	PESO MASSIMO RILEVATO	TIPO	LUNGHEZZA
▶ TRDB000698-0	00XX	30300	23115	23115	S	10
SAED102015-3	XX00	16500	11429	11429	S	10

Rilevazione Sensori

DATA	LATITUDE	LONGITUDE	HEIGHT	HEADING (ANGLE)	SPEED	MILEAGE	DIRECTION	ENVIRONMENTAL TEMPERATURE	ACTIVEGEOFENCINGZONES	AXLE BOX 1 TEMPERATURE	AXLE BOX 2 TEMPERATURE	AXLE BOX 3 TEMPERATURE	AXLE BOX 4 TEMPERATURE	AXLE BOX 5 TEMPERATURE	AXLE BOX 6 TEMPERATURE	AXLE BOX 7 TEMPERATURE
▶ 22/06/20						37900,776	1			30,906	30,087	30,465	30,434	30,465	30,055	30,150
22/06/20	50,889019...	6,919187068...	56,000	0,000	0,000	37900,776	1			30,812	29,961	0,000	0,000	30,339	29,961	29,961
22/06/20	50,889034...	6,919164180...	53,000	0,000	0,000	37900,776	1			30,623	29,803	30,024	30,307	30,244	29,898	29,772
22/06/20	50,888961...	6,919225692...	59,000	340,000	0,000	37900,776	1			30,497	29,677	29,898	30,244	30,150	29,835	29,677
22/06/20	50,888992...	6,919164657...	59,000	340,000	0,000	37900,776	1			30,402	29,520	29,740	30,181	30,055	29,772	29,551
22/06/20	50,888980...	6,919188022...	58,000	340,000	0,000	37900,776	1			30,244	29,457	29,551	30,087	29,929	29,677	29,394
22/06/20	50,888999...	6,919163227...	65,000	340,000	0,000	37900,776	1			30,118	29,362	29,425	30,024	29,866	29,614	29,331
22/06/20	50,888992...	6,919139862...	61,000	340,000	0,000	37900,776	1			29,992	29,268	29,268	29,929	29,709	29,551	29,173
22/06/20	50,888984...	6,919170379...	67,000	340,000	0,000	37900,776	1			29,866	29,173	29,142	29,835	29,583	29,425	29,142
22/06/20	50,889003...	6,919183254...	73,000	340,000	0,000	37900,776	1			29,835	29,142	29,110	29,803	29,551	29,457	29,079
22/06/20	50,900619...	6,926654338...	49,000	0,000	0,000	37901,077	0			28,039	27,850	27,346	28,638	27,882	28,039	27,315
22/06/20	50,900637...	6,926647417...	53,000	0,000	0,000	37901,184	0			27,045	27,013	27,282	28,542	27,850	27,613	27,602



Refresh

Il sistema di Storage: Portale WEB

Per **ogni carro** il portale è in grado di agganciare le rilevazioni dei sensori ai treni che hanno avuto il carro in composizione e quindi per **ogni viaggio** fornisce:

Matricola
Carro

La relazione in cui il
carro ha viaggiato

Velocità massima rilevata
durante il viaggio

Km totali
percorsi

Carri

Data da:

15

Data a:

15

Carro:

338549568586

Treni

NUMERO TRENO	DATA PARTENZA	DATA ARRIVO	TERMINAL PART.	TERMINAL ARR.	VEL. MAX RELAZIONE	VEL. MAX RILEVATA	KM PARTENZA	KM ARRIVO	KM TOTALI
42128	27/06/2017 13:50		VRQU	KOEL	100	100			0
▶ 42129	22/06/2017 20:40	27/06/2017 09:48	KOEL	VRQU	100	100	37901	38992	1091
42129	21/06/2017 21:35	22/06/2017 22:38	KOEL	VRQU	100	100	37896	37898	3
42128	20/06/2017 16:45	21/06/2017 22:23	VRQU	KOEL	100	100	36778	37489	710
42129	15/06/2017 07:15	16/06/2017 22:40	KOEL	VRQU	100	100	35642	36770	1128
42128	13/06/2017 17:50	15/06/2017 00:25	VRQU	KOEL	100	100	34516	35642	1126
42129	09/06/2017 21:05	13/06/2017 07:26	KOEL	VRQU	100	104	33415	34514	1099
42128	07/06/2017 17:30	08/06/2017 23:14	VRQU	KOEL	100	97	32292	33410	1119
42129	31/05/2017 20:15	02/06/2017 22:48	KOEL	VRQU	100	100	31170	32289	1119
42126	26/05/2017 12:10	29/05/2017 13:30	VRQU	KOEL	100	100	30036	31161	1124
42129	24/05/2017 20:40	26/05/2017 00:50	KOEL	VRQU	100	100	28947	30035	1088
42128	22/05/2017 17:50	23/05/2017 21:19	VRQU	KOEL	100	97	27816	28942	1126

Il sistema di Storage: Portale WEB

Matricola UTI
caricata sul carro

Posizioni delle UTI
caricate sul carro

Tipologia
della UTI

NUMERO UTI	CALC. POS.	PESO DICHIARATO	PESO MEDIO RILEVATO	PESO MASSIMO RILEVATO	TIPO	LUNGHEZZA
▶ TRDB000698-0	00XX	30300	23115	23115	S	10
SAED102015-3	XX00	16500	11429	11429	S	10

Peso UTI dichiarato
dal Cliente

Pesi medi e massimi
rilevati dai sensori

Rilevazioni registrate da tutti i sensori durante il viaggio

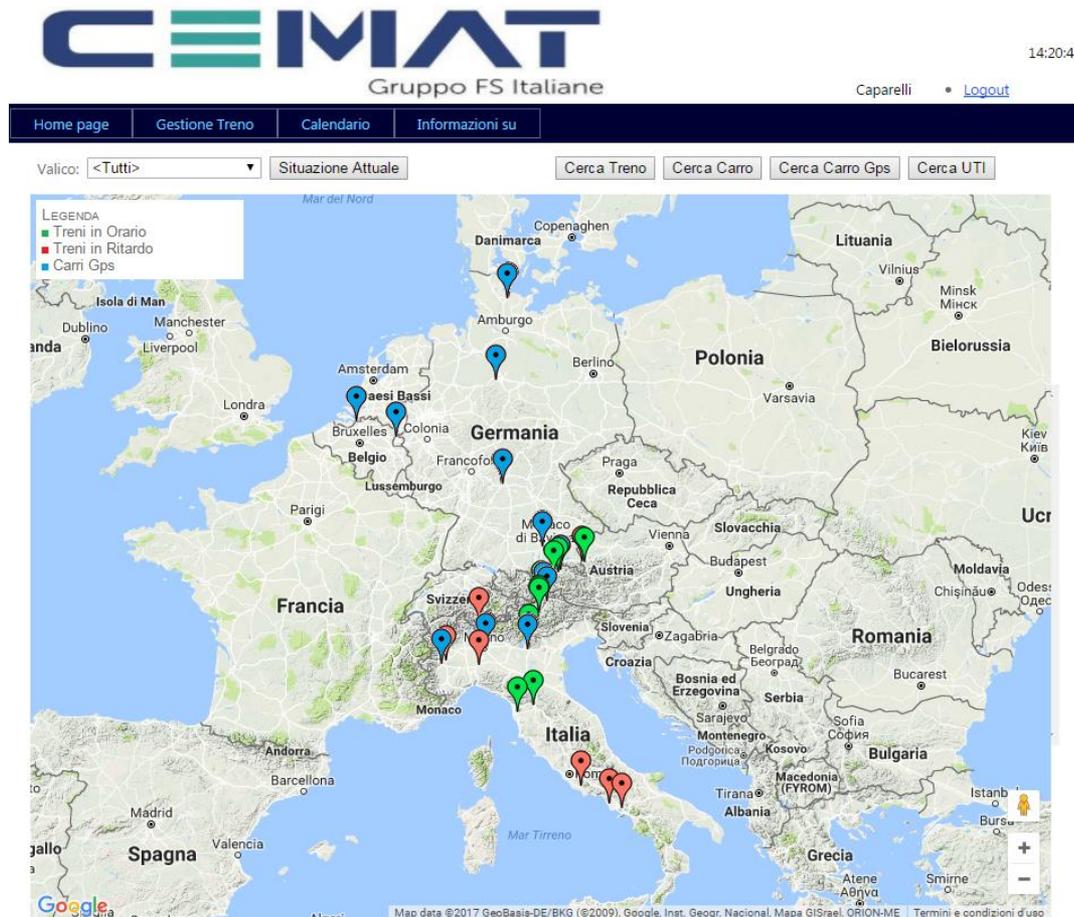
Rilevazione Sensori

Show CSV

1 TEMPERATURE	AXLE BOX 12 TEMPERATURE	PAY LOAD POS. 1_1	PAY LOAD POS. 1_2	PAY LOAD POS. 2_1	PAY LOAD POS. 2_2	PAY LOAD MOD. 1	PAY LOAD MOD. 2	TOTAL PAY LOAD	AXLE 1 LEFT WHEEL LOAD	AXLE 1 RIGHT WHEEL LOAD	AXLE 2 LEFT WHEEL LOAD	AXLE 2 RIGHT WHEEL LOAD	AXLE 3 LEFT WHEEL LOAD	AXLE 3 RIGHT WHEEL LOAD
31,093		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,113	4,337	4,343	6,369	7,430	7,300
30,906		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,144	4,593	4,335	6,414	7,436	7,518
30,812		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,157	4,571	4,339	6,402	7,469	7,481
30,717		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,132	4,579	4,355	6,389	7,452	7,487
30,591		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,163	4,564	4,350	6,414	7,469	7,493
30,528		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,175	4,586	4,350	6,408	7,469	7,506
30,434		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,144	4,593	4,350	6,402	7,475	7,481
30,307		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,150	4,601	4,360	6,408	7,469	7,512
30,339		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,138	4,586	4,360	6,414	7,475	7,506
29,394		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,703	5,875	3,623	6,471	7,047	6,670
29,362		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,361	3,562	5,238	6,679	6,114	8,209
26,842		11,429	0,000	0,000	23,115	11,429	23,115	34,545	4,554	5,227	4,345	6,232	7,175	7,512

Il sistema di Track & Trace

Le informazioni di posizione sono state integrate con il sistema di tracciabilità dei treni in modo tale che Direzione Tecnica Cemat può verificare "in tempo reale" la posizione di ogni carro (identificato sulla mappa generale dalla "goccia" blu).



Il sistema di Track & Trace

CEMAT
Gruppo FS Italiane

Caparelli • [Logout](#)

Home page | **Gestione Treno** | Calendario | Informazioni su

Valico: <Tutti> | Situazione Attuale

Cerca Treno | Cerca Carro | Cerca Carro Gps | Cerca UTI

Numero Carro: 338549568693
 Relazione:
 Data partenza: 29/06/2017 00:02
 Posizione attuale: Antwerpen
 Percorso da - a:
 Aggiorna Dati

Percorso Carro	Ora Prog	Ora Prev	Ora Eff	Rit.
Bischofsheim			29/06/2017 00:02	
Wiesbaden			29/06/2017 00:25	
Kaub			29/06/2017 01:06	
Sankt Goarshausen			29/06/2017 01:16	
Koblenz			29/06/2017 01:36	
Neuwied			29/06/2017 01:46	
Leutesdorf			29/06/2017 01:55	
Kasbach-Ohlenberg			29/06/2017 02:06	
Königswinter			29/06/2017	

CEMAT
Gruppo FS Italiane

Caparelli • [Logout](#)

Home page | **Gestione Treno** | Calendario | Informazioni su

Valico: <Tutti> | Situazione Attuale

Cerca Treno | Cerca Carro | Cerca Carro Gps | Cerca UTI

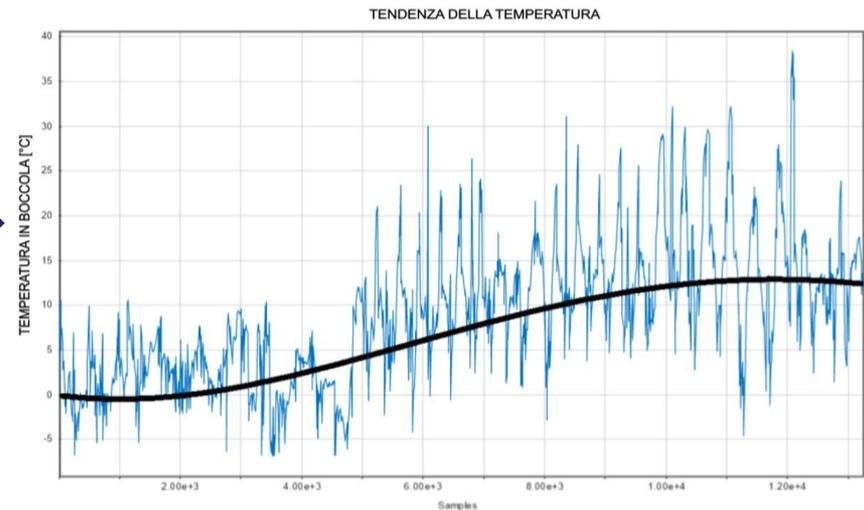
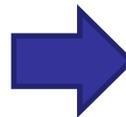
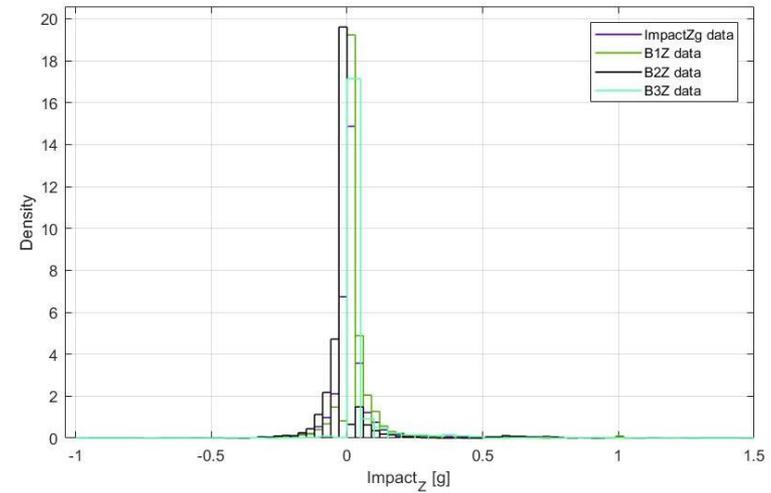
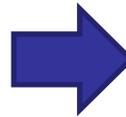
LEGENDA
 ■ Treni in Orario
 ■ Treni in Ritardo
 ■ Carri Gps

Map showing Europe with location pins for various countries including Germany, France, Italy, Spain, and others.

L'Analisi dei dati

Per analizzare i dati del carro intelligente sono seguite due strategie.

- La prima strategia consiste nel trovare la distribuzione di probabilità che meglio descrive ogni variabile e da questa distribuzione stimare la probabilità di occorrenza di un evento; pertanto si può sapere quando l'evento non è regolare. Come esempio si riporta la distribuzione degli impatti verticali nel vagone.
- La seconda strategia consiste nello studiare come si sviluppa il segnale nel tempo cercando di stimare una tendenza per ogni variabile; successivamente si studia la correlazione tra le variabili e gli eventi di interesse per i nostri scopi (surriscaldamento, caricato, vuoto...). Come esempio si riporta il segnale di temperatura di una boccola.





Conclusioni e scenari futuri

Vantaggi nell'utilizzo del sistema di monitoraggio

- Riduzione tempi di inutilizzo del carro  • Aumento della disponibilità
- Monitoraggio ed Alert in tempo reale  • Aumento della sicurezza ferroviaria
- Stato del carro in tempo reale  • Miglioramento qualità del trasporto
- Individuazione preventiva dei guasti  • Manutenzione più economica
- Manutenzione più efficace  • Incremento vita utile del carro

Scenari futuri

Il sistema di recupero energia è tale da consentire l'alimentazione di ulteriori sensori con funzionalità aggiuntive. L'obiettivo per il futuro è di migliorare ulteriormente il Sistema, aggiungendo sensori messi a disposizione dai rapidi progressi della tecnologia.

In particolare, sul Prototipo II si pensa di installare:

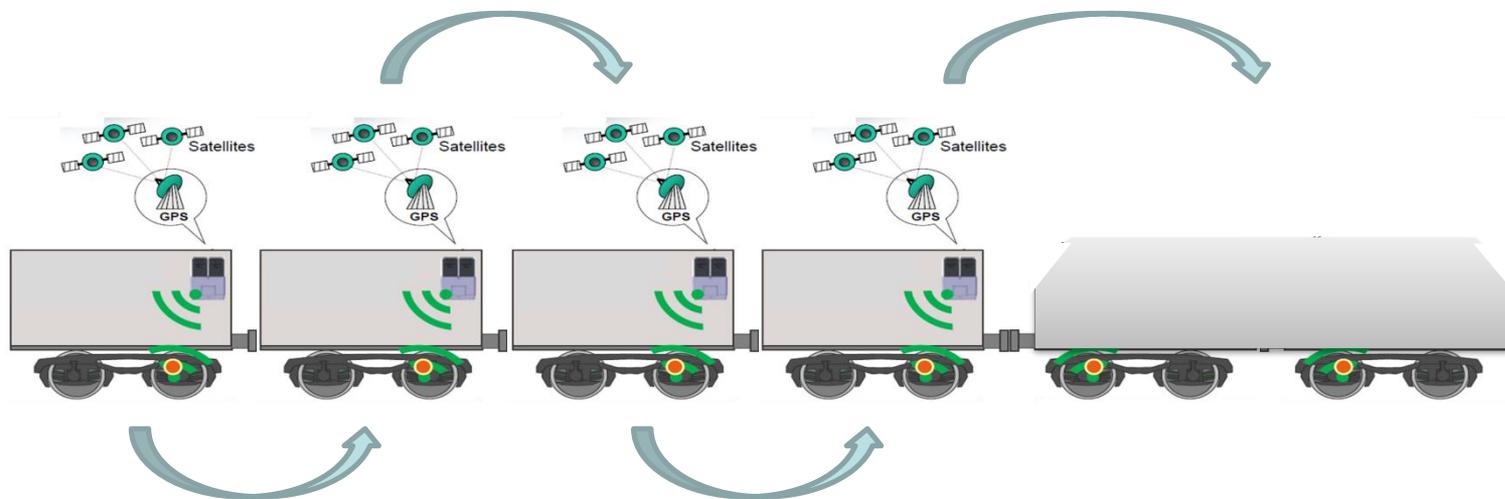
- i sensori per il riconoscimento dello stato di usura dei principali componenti;
- un sistema **Wheel Slide Protection**, in grado di intervenire, in caso di necessità, evitando danni alle sale (sfaccettature, surriscaldamenti, ecc.);
- una «**Scatola Nera**» dell'impianto frenante per il costante monitoraggio del suo funzionamento;
- un nuovo sistema frenante attivato elettro-meccanicamente (**Drive By Wire**);
- un sistema di interscambio dati tra carri e locomotore per avere finalmente anche il «**treno merci intelligente**».

Scenari futuri: il treno intelligente

Il treno intelligente utilizza un segnale radio di corta distanza che mette in comunicazione i vagoni tra di loro e con la locomotiva.

Il treno intelligente permette all'operatore del treno di:

- Avere tutte le informazioni riguardo all'operatività e alla sicurezza.
- Fare una diagnosi del treno, la prova freno automatica ed avere più informazioni in situazioni di emergenza.





Grazie per l'attenzione