

# MANUTENZIONE E SICUREZZA BINOMIO INSCINDIBILE.

## CASO DI STUDIO DI UN BINARIO AV/AC IN GALLERIA

Negli ultimi decenni si è assistito ad uno sviluppo frenetico di tutta la Comunità Europea e ciò non poteva non investire anche il settore dei trasporti e in particolare quello ferroviario. In questo panorama si inserisce la cosiddetta Alta Velocità per il trasporto passeggeri garantendo tra i principali nodi una maggiore intercomunicabilità. Investire nell'Alta Velocità equivale a potenziare i collegamenti ferroviari tra i principali nodi Italiani e Europei garantendo all'utenza più confort, affidabilità e celerità negli spostamenti. In questa ottica le Ferrovie dello Stato puntano sulla costruzione, manutenzione e sviluppo di una rete ferroviaria ad Alta Velocità con la tecnologia più moderna garantendo la maggiore sicurezza e affidabilità nel sistema ferroviario Europeo. Il sistema Italiano Alta Velocità/Alta Capacità, si compone di:



Figura 1 – Rete Alta Velocità/Alta Capacità Italiana (RFI 2011)

Il progetto delle nuove linee AV/AC ha portato, in un territorio con conformazione orografica e idrogeologica particolare come l'Italia, ad affrontare e risolvere diverse problematiche di alto livello tecnico. A questi problemi si sono aggiunti, di notevole importanza, i processi autorizzativi.

### Tratto di linea in studio

All'interno del sistema Alta Velocità è stato preso in esame il tratto Firenze – Bologna il quale rappresenta un'opera unica al mondo facente parte dell'Asse Ferroviario 1 della Rete ferroviaria convenzionale trans – europea TEN – T gestita da RFI. I primi cantieri per la costruzione della suddetta linea furono aperti nel 1996, mentre le operazioni di collaudo statico, posa dei binari e test di elettrificazione terminarono nel novembre 2008. Un dato molto interessante riguardo tale tratta è rappresentato dall'episodio in cui il 3 febbraio 2009, durante una delle corse prova, un treno ETR 500 ha stabilito il nuovo primato in Italia di un rotabile nazionale raggiungendo i 362 km/h. L'apertura al pubblico di tale tratta risale al 13 dicembre 2009. Della suddetta linea si è analizzato il tratto della galleria Vaglia, su binario dispari, il quale si sviluppa dal km 24+158,13 (km 64+655) al km 5+954,13 (km 82+859). La galleria, la cui sezione tipo è rappresentata nella figura sottostante

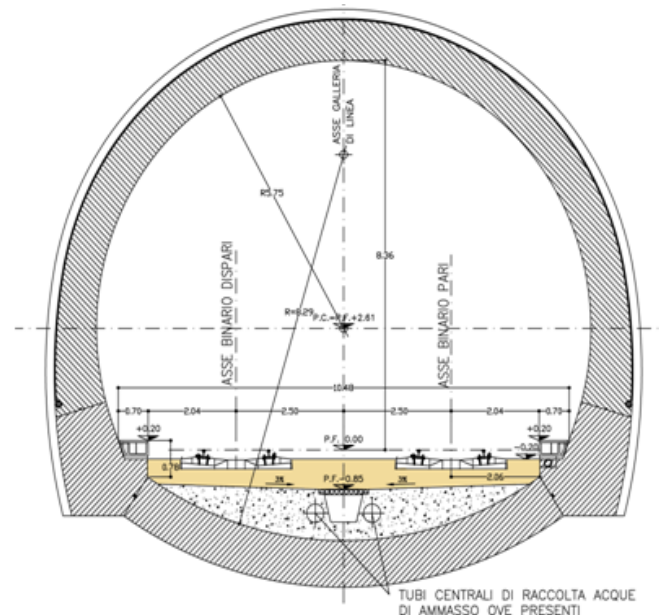


Figura 2 – Sezione tipo galleria Vaglia linea Av/AC Firenze - Bologna

ha una finestra denominata Carlone al km 19+511,13 (km 69+302), e da Ginori a Cardini, ha un cunicolo di servizio ed emergenza che si sviluppa per 9298 m, scavato con fresa ed un ramo di m 1349 scavato in tradizionale per un totale di m 10.647.

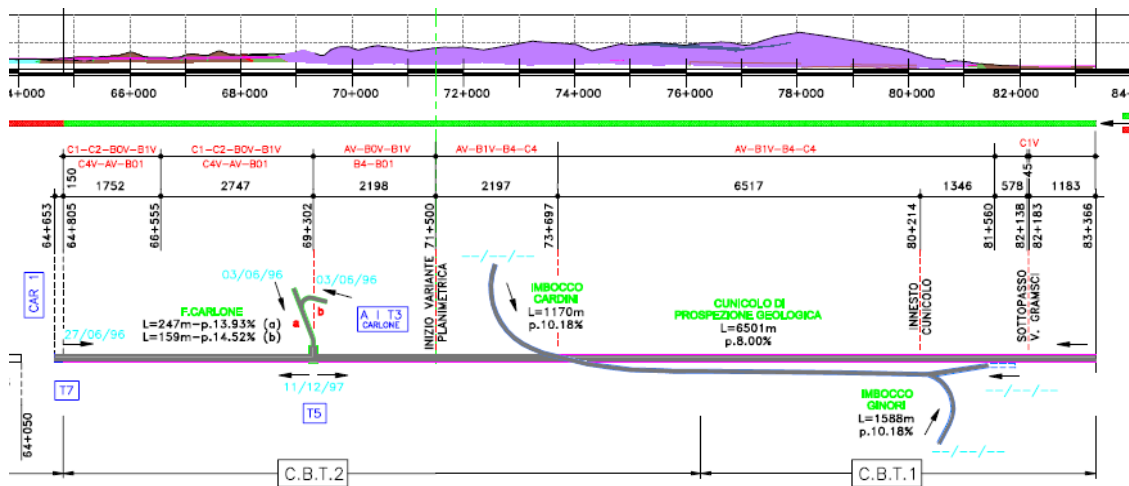


Figura 3 – Finestra, cunicolo di emergenza e imbocchi linea Av/Ac Firenze - Bologna

## Indagini svolte

Le indagini sulla condizione della rete ferroviaria, sono gestite da RFI mediante treni diagnostici o treni misure, quale il treno Archimede. Sono definiti treni misura in quanto servono a valutare scientificamente le condizioni delle varie componenti della rete e treni diagnostici perché sono in grado di elaborare la diagnosi puntuale dello stato di salute dell'infrastruttura. Con il treno Archimede si è in grado di effettuare una serie completa di misure tali da fornire tutte le informazioni sullo stato dell'infrastruttura ferroviaria.

## Raccolta dati

Dal punto di vista della manutenzione, e quindi della massima sicurezza della circolazione, le misure effettuate tramite il treno Archimede sono di particolare importanza.

Gli speciali algoritmi che sono alla base della diagnostica "predittiva" e sono correlati al rilevamento puntuale della progressiva chilometrica, sono applicati qui per verificare come le condizioni di stress o di usura di un componente in un determinato punto della linea tenderanno a evolversi, dettando in anticipo i tempi della manutenzione.

Dalle varie tipologie di dati rilevati dai treni diagnostici, organizzati secondo la progressiva chilometrica, tempistica dei vari passaggi di misura, per tipo di binario, lunghezza d'onda, e data di misurazione, si analizzano i dati di livello longitudinale e usura ondulatoria. Per livello longitudinale si intende la posizione altimetrica del binario e per usura ondulatoria, chiamata mazzatura, si intende un fenomeno di usura con sviluppo geometrico ondulatorio caratterizzato da onde corte, che si forma sulla superficie superiore delle rotaie capace di peggiorare le capacità

prestazionali, generando vibrazioni nei convogli in transito, che aggravano ulteriormente il danno. Alla lunga, se non adeguatamente corretta, può arrivare a compromettere lo standard di sicurezza della rotaia o danneggiare le ruote dei veicoli di passaggio causando incidenti. Dall'analisi dei dati come nella figura seguente:

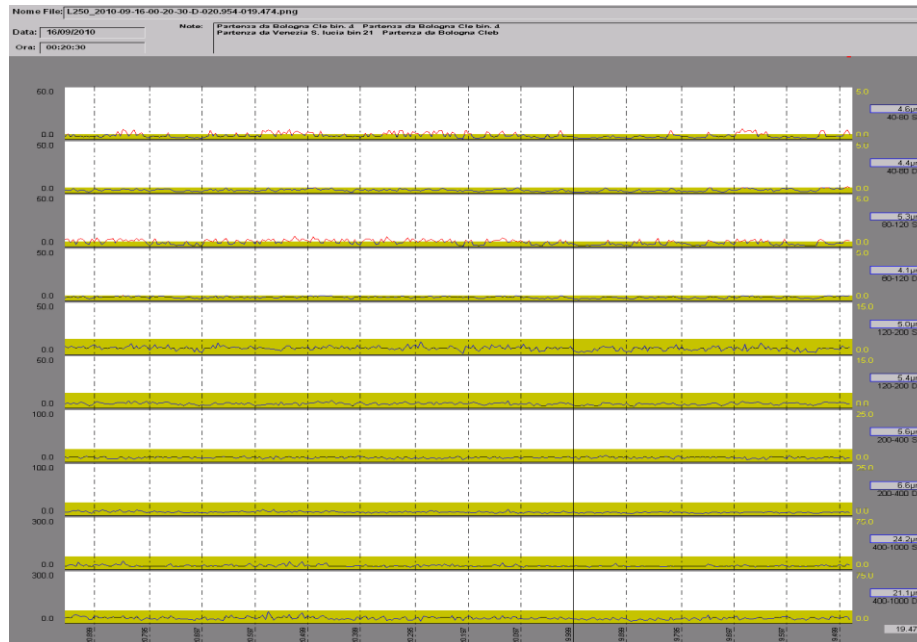


Figura 4- Dati del rilievo dell' usura ondulatoria alle varie lunghezze d'onda.

e implementato un modello di sovrastruttura ferroviaria appositamente creato per effettuare una successiva analisi della Trasmissibilità (T) delle vibrazioni nella sovrastruttura ferroviaria, si è riscontrato che l'elasticità complessiva (elasticità della piastra sotto rotaia + elasticità massicciata) derivante dal sistema di posa del binario caratteristico della tratta in studio

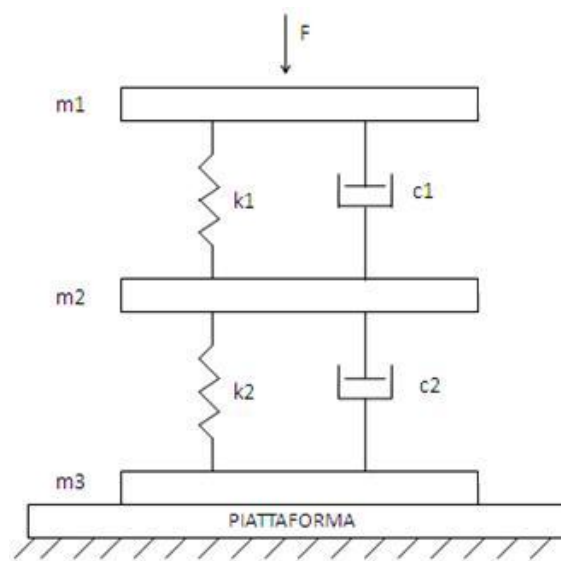


Figura 5 - Modello di armamento ferroviario galleria Vaglia linea Av/Ac Bologna – Firenze

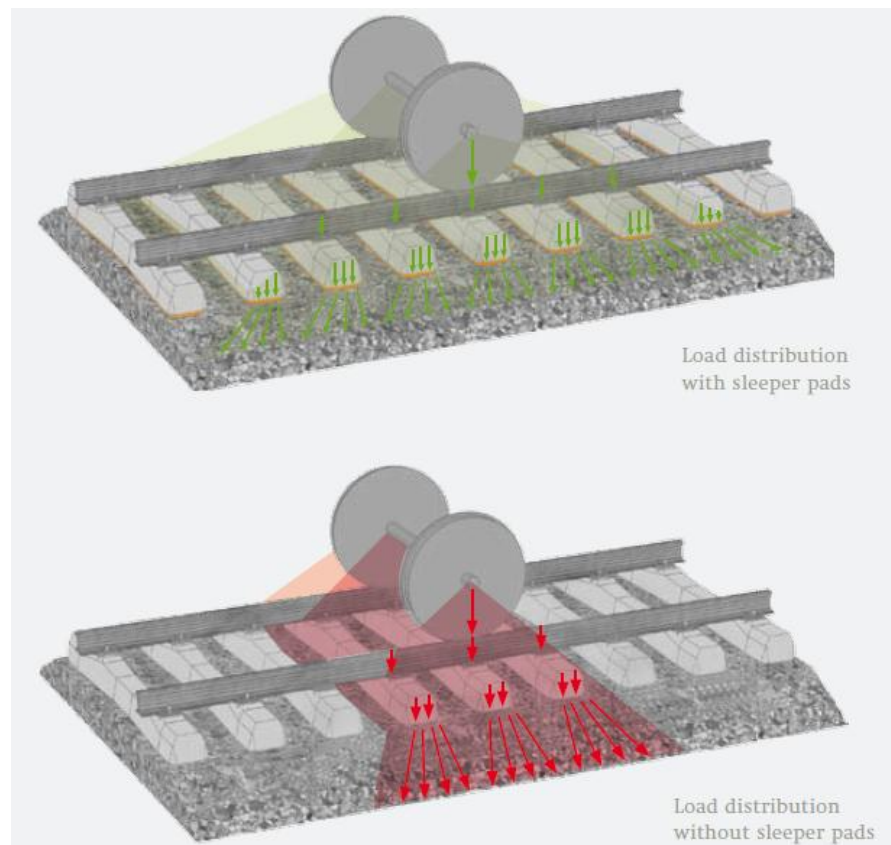
non era capace di assorbire il contenuto di sollecitazione generato dal transito dei convogli, permettendo il generarsi di fenomeni di difettosità superficiali. A tal proposito è stato necessario determinare alcuni interventi manutentivi da effettuare sulla sovrastruttura per ridurre l'insorgenza di tali difettosità garantendo all'utenza maggiore confort, affidabilità e sicurezza della circolazione ferroviaria.

### **Interventi manutentivi**

Per quanto concerne le attività di eliminazione dei difetti geometrici del binario e quindi il ripristino del profilo ideale, si distinguono queste attività:

- **eliminazione dei difetti di livello attraverso interventi di rinalzata** svolta con macchine operatrici rinalzatrici dotate di computer di bordo in grado di eseguire in automatico gli spostamenti progettati. Il tratto da correggere dovrà essere ben riguarnito di pietrisco e ben serrato. A fine rinalzata il tratto dovrà essere stabilizzato, con macchine stabilizzatrici, e profilato con macchine profilatrici.
- **eliminazioni dei difetti di usura ondulatoria mediante interventi di molatura** che possono essere di tipo preventivo-ciclico o di tipo correttivo. Per le linee AV/AC viene adottata una politica di molatura preventiva di tipo ciclico e riprofilatura dell'intera sezione trasversale sull'intera linea ogni *30 MGT* (milioni di tonnellate lorde). Tuttavia, in caso di difetti superficiali o di valori di usura ondulatoria che superano il secondo livello di qualità, occorre programmare l'attività di molatura come azione correttiva.
- **interventi da eseguire sulla componente strutturale** progettata e costruita in modo che il carico gravante su di essa dovuto al transito dei convogli, sia trasferito in modo equo sui sottostanti starti della sovrastruttura. Gioca un ruolo significativo l'elasticità dei singoli elementi della struttura del binario, ossia la capacità di questi elementi di smorzare l'eccitazione dinamica dei veicoli che percorrono la linea. Tenendo in considerazione ciò, gli interventi da eseguire sulla componente strutturale, sono più consistenti sia in ordine temporale che economico. Essi possono essere suddivisi in:

- **Installazione tappetino resiliente sottorotaia** tra i sistemi più economici per la riduzione delle vibrazioni. Questi hanno lo scopo di interporre un elemento elastico ad alta dissipazione tra la rotaia e la traversa al fine di attenuare le sollecitazioni che si generano nel contatto ruota – rotaia.
- **Installazione tappetino resiliente sottotraversa** la quale permette attraverso questi ultimi una buona distribuzione dei carichi nella sovrastruttura. Questi elementi sono installati tra il ballast e la traversa e sono tali da essere definiti tappetini sotto traversa con lo scopo di aumentare l'elasticità della sovrastruttura e permettendo una distribuzione del carico gravante sull'asse su un gran numero di traverse e quindi su un area più grande riducendo così la compressione media, il carico sul ballast e il ritorno delle sollecitazione sulla rotaia.



**Figura 6 – Distribuzione del carico in presenza e assenza di tappetino**

- **Installazione materassino sotto ballast** consente di migliorare in maniera rilevante il comportamento di una linea già esistente. Interposto tra la piattaforma in cemento armato e la massicciata, permette la riduzione della trasmissione delle

vibrazioni verso la sottopiastra rigida garantendo così un ritorno minore di queste verso la rotaie. Un esempio di materassino è riportato nella figura seguente:



**Figura 5.2 – Materassini sotto ballast**

Appare evidente come gli interventi sulla componente strutturale sono più consistenti sia in ordine temporale che economico e soprattutto caratterizzati dalla problematica inerente al fatto che questi lavori vengono eseguiti in gallerie, pensati come luoghi non sempre di facile accesso e movimentazione. La scelta del ricorso allo sviluppo delle infrastrutture di trasporto in sotterraneo e alle soluzioni che privilegiano l'uso delle gallerie, è motivata dal miglioramento del flusso del traffico che ne consegue coniugato a un minore impatto con l'ambiente. In Italia, l'aumento dei volumi di traffico su rotaia (sia passeggeri che merci), indice di crescita è sviluppo socio economico del nostro Paese, rende in molti casi inadeguate le infrastrutture di trasporto realizzate alcuni decenni or sono.

## **Conclusioni**

Uno sviluppo così spinto dell'Ingegneria di Manutenzione è accompagnato da uno sviluppo altrettanto importante dell'Ingegneria della Sicurezza creando così un binomio inscindibile. Infatti, accanto al tema della manutenzione ,il tema della sicurezza, in questo caso della sicurezza in galleria, è divenuto negli ultimi anni oggetto di forte attenzione da parte di chi sente la necessità di integrare l'Ingegneria delle Infrastrutture di Trasporto con l'Ingegneria della Sicurezza. Spesso, oltre alla salvaguardia della vita umana, diventa irrinunciabile anche la protezione delle strutture e delle installazioni. L'adeguamento, la manutenzione e l'installazione di opportuni sistemi tecnologici nelle gallerie esistenti e i criteri di progettazione per quelle nuove, costituiscono argomenti di grande interesse proprio in tema di sicurezza. Alla luce dei seri incidenti nelle lunghe gallerie ferroviarie, il livello di interesse per la sicurezza dei passeggeri è progressivamente e

decisamente cresciuto, diventando, come dovrebbe essere sempre, il principale obiettivo da perseguire nella progettazione funzionale delle gallerie.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Venditti G, (2012), Tesi di laurea: Soluzioni manutentive per la riduzione dell'insorgenza di difettosità superficiali nelle rotaie di un binario AV/AC in galleria.

*Giuseppe Venditti, Maintenance Engineering Consultant, SMT S.r.l.*



### Giuseppe Venditti

*Laureato in Ingegneria Meccanica presso l'Università degli Studi di Roma - La Sapienza, inizia la sua attività lavorativa con una serie di esperienze nell'ambito della sicurezza degli ambienti di lavoro per poi approfondire successivamente la tematica della sicurezza degli impianti ascensori. Inizia a lavorare nel settore dell'Ingegneria della manutenzione contestualmente ad un'attività lavorativa in campo ferroviario (RFI). Come consulente da Marzo 2012 lavora al progetto di Asset Performance Management in RFI. Da Settembre 2012, con lo scopo di approfondire le tematiche legate alla sicurezza, ha intrapreso il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria della Sicurezza e Protezione Civile indirizzo Industriale presso l'Università degli Studi di Roma - La Sapienza.*