

# IMPIEGO DEL CAMPO MAGNETICO ROTANTE PER LA DETEZIONE DI MATERIALE ROTABILE FERRO-TRANVIARIO

*Matteo Cacciola, Giuseppe Megali, Diego Pellicanò,  
Salvatore Calcagno, Mario Versaci, Francesco Carlo Morabito*

Università “Mediterranea” di Reggio Calabria, DIMET  
Via Graziella Feo di Vito, 89100, Reggio Calabria (RC)

Il Laboratorio di Elettrotecnica e Prove non Distruttive, presso i locali del D.I.M.E.T., interni alla Facoltà di Ingegneria dell’Università “Mediterranea” di Reggio Calabria, svolge attività nel campo della qualificazione di materiali, componenti e sistemi (prove, analisi e progettazione), specificamente nei seguenti settori:

- Controlli non Distruttivi (CnD) in ambito civile ed industriale;
- Protezione del territorio: difesa delle opere d’arte.

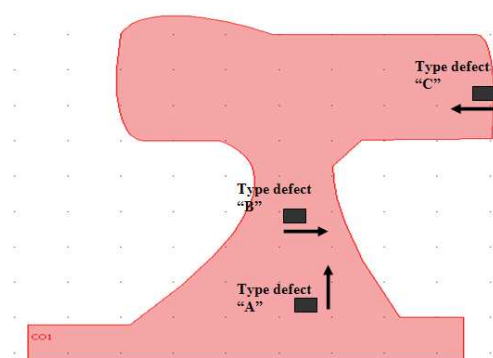
Tali attività prevedono ricerche applicate e sviluppo di tecnologie utili alla promozione del trasferimento tecnologico e alla diffusione dell’innovazione delle soluzioni proposte.

Nel presente contributo verrà presentata una metodologia alternativa, ad elevata affidabilità, per il monitoraggio di materiale rotabile ferro-tranviario. A tal proposito, si ritiene opportuno sottolineare come l’applicazione di CnD per il materiale rotabile riveste una notevole importanza per una moderna gestione di una rete ferro-tranviaria, sia per le ricadute sugli interventi di manutenzione (in numero e costi), sia perché ha conseguenze dirette sui livelli di sicurezza. Inoltre, una gran parte delle infrastrutture fu realizzata in un’epoca nella quale l’utilizzo previsto era molto inferiore a quello attuale, implicando un incremento di sollecitazioni derivanti dall’esercizio che può determinare maggiore velocità nell’evoluzione dei fenomeni di degrado. Tra i componenti ferro-tranviari per i quali è particolarmente sentita l’esigenza sopra descritta, ci sono, assieme a ruote ed assili, le rotaie. Queste ultime sono infatti soggette a storie di carico complesse e a differenti tipi di danneggiamento.

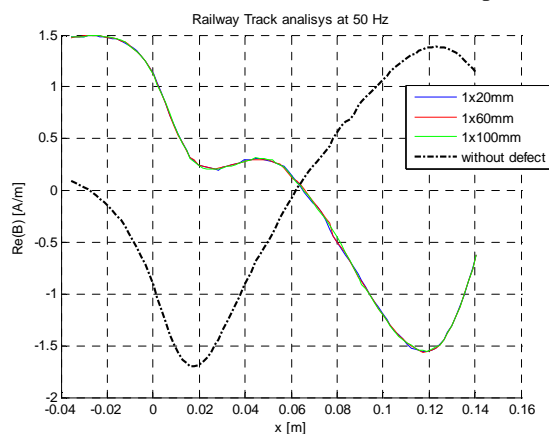
Nello specifico, l’approccio proposto nella presente memoria, prevede il monitoraggio dei materiali indicati attraverso simulazioni numeriche mediante l’impiego del Campo Magnetico Rotante [1]. In tale ottica, le procedure ispettive, hanno riguardato implementazioni mirate, al fine di garantire il rispetto degli standard internazionali (EN, *European standard*; ISO, *International Standard*) e codice UIC (*Unit Identification Code*). Tali normative coprono l’accettazione di componenti del materiale rotabile in fase di produzione e non riguardano direttamente le ispezioni durante lo stato di servizio.

Le difettosità più comuni riguardanti il materiale rotabile ricadono sotto il nome di *Rolling Contact Fatigue* (RCF), presenti perlopiù da difetti di fabbricazione, con diametro inferiore ad 1 [mm]. Particolarmente efficace per la valutazione di questa tipologia di investigazione, risultano le tecniche ECT (*Eddy Current Testing*), ad ultrasuoni (*Ultrasound*, UT). In particolare, nell’ambito dell’impiego di ECT, la variazione del campo magnetico  $\mathbf{H}$ , generato dalle correnti indotte presenti nel campione in esame (correnti di piccola intensità, note anche come Correnti di Foucault), viene valutata per determinare la presenza di cricche. Più in dettaglio, la componente normale del campo  $\mathbf{H}$ , vale a dire  $\mathbf{H}_\perp$ , viene misurata da appositi sensori poiché non subisce influenze determinanti da parte delle bobine di eccitazione. A tal proposito, occorre però considerare un aspetto determinante nella rilevazione di difettosità. Se l’orientazione del crack risulta verticale rispetto alla direzione longitudinale del sensore, lo stesso potrebbe risultare insensibile alla presenza del difetto, non

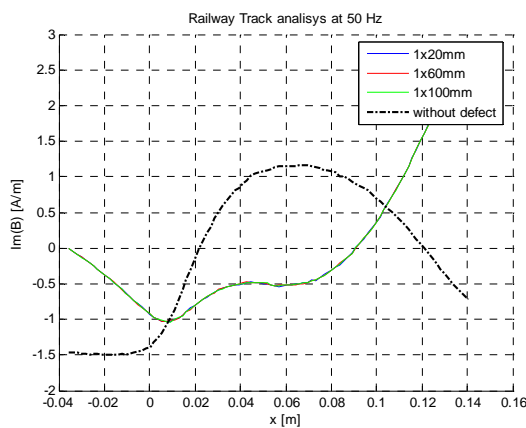
interpretando correttamente le variazioni di impedenza determinate dallo stesso. Proprio sulla base di quest'ultima valutazione, la presa in considerazione di una metodologia di controllo insensibile all'orientazione di eventuali difettosità, garantirebbe una migliore qualità nell'analisi dei materiali. A tal proposito, l'impiego del Campo Magnetico Rotante ben si confà a tali esigenze. La particolarità di questa tecnica risiede appunto nella sua capacità di rilevare difetti prescindendo dalla loro orientazione, consentendo quindi il superamento di una problematica molto delicata nella macro-area dei CnD. Allo scopo, si è realizzato appositamente un codice basato su metodologia agli elementi finiti (*Finite Element Method*, FEM) per la modellazione fisica del problema [2]. La soluzione proposta fornisce risultati incoraggianti: il modello è in grado di riconoscere differenti tipologie di difetto, presenti a diverse profondità e con diverse orientazioni.



Rappresentazione geometrica delle principali difettosità e indicazione della direzione di propagazione preferenziale.



(a)



(b)

Variazione della densità di flusso magnetico (B) in presenza di difettosità di tipo "C" valutata rispetto al caso in assenza di difetto: a) Re(B), b) Im(B).

## Bibliografia

- [1] M. Cacciola, D. Pellicanò, G. Megali, S. Calcagno, F. C. Morabito, "Rotating Electromagnetic Field for NDT Inspections", *PROGRESS IN ELECTROMAGNETICS RESEARCH B* **22**, pp. 305-320, ISSN: 1937-6472, doi: 10.2528/PIERB10052409 (2010).
- [2] M. Cacciola, S. Calcagno, G. Megali, D. Pellicanò, M. Versaci, F. C. Morabito, "Rotating Electromagnetic Field for Crack Detection in Railway Tracks", *PIERS ONLINE* **6(3)**, pp. 242-246, ISBN/ISSN:1931-7360, doi: 10.2529/PIERS090918045956 (2010).