

La gestione del rischio in ambito ferroviario

Roma 23 Giugno 2026



SAFER LEVEL CROSSING BY INTEGRATING AND
OPTIMIZING ROAD-RAIL INFRASTRUCTURE
MANAGEMENT AND DESIGN

Nuove Metodologie e Soluzioni Innovative per la Sicurezza dei Passaggi a Livello

Marco Petrelli – Università di Roma Tre

This project has received funding from the European Union's
Horizon 2020 research and innovation programme under
grant agreement No 723205



Progetto SAFER-LC (MG-3.4-2016 H2020 Call 2016-2017 Mobility for Growth)

- ▲ Analisi della **sicurezza dei passaggi a livello** (PL) e definizione delle **esigenze e dei requisiti** degli **utenti ferroviari e stradali** per passaggi a livello più sicuri (WP₁)
- ▲ **Sviluppo di misure innovative** (Wp2 and WP₃)
 - ▲ Misure a basso costo incentrate sull'utente
 - ▲ Soluzioni tecnologiche innovative
- ▲ **Sperimentazione sul campo e valutazione delle misure** (WP₄)
- ▲ **Elaborazione di raccomandazioni e linee guida** (WP₅)
- ▲ **Raccolta di tutti i risultati** in una toolbox



Obiettivi

- ▲ **Migliorare la sicurezza e ridurre al minimo i rischi** nei **PL** e nelle aree circostanti, sviluppando soluzioni e strumenti innovativi in grado di individuare il prima possibile **situazioni potenzialmente pericolose** che possono portare a collisioni e così **prevenire gli incidenti** ai PL
- ▲ Sviluppare **soluzioni tecnologiche avanzate** e lavorare sul **fattore umano** per:
 - adattare la progettazione dei PL alle esigenze degli utilizzatori;
 - rafforzare il coordinamento e la cooperazione tra i diversi soggetti coinvolti nella gestione dei PL
- ▲ Sviluppare una **toolbox** che integri tutti i risultati e le soluzioni del progetto, per **supportare sia i gestori ferroviari sia quelli stradali** nel miglioramento della sicurezza dei PL



Consorzio

CONSORTIUM

COORDINATOR: 1-UIC - International Union of Railways

2-VTT - Technical Research Centre of Finland Ltd

3-NTNU - Norwegian University of Science and Technology

4-IFSTTAR - French institute of science and technology for transport, development and networks

5-FFE - Spanish Railways Foundation

6-CERTH-HIT - Centre for Research and Technology Hellas - Hellenic Institute of Transport

7-TRAINOSE - Trainose Transport - Passenger and Freight Transportation Services SA

8-INTADER - Intermodal Transportation and Logistics Research Association

9-CEREMA - Centre for Studies and Expertise on Risks, Environment, Mobility, and Urban and Country planning

10-GLS - Geoloc Systems

11-RWTH - Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen University



12-UNIROMA3 - University of Roma Tre

13-COMM - Commsignia Ltd

14-IRU - International Road Transport Union - Projects ASBL

15-SNCF - French Railways

16-DLR - German Aerospace Center - Institute of transportation Systems

17-UTBM - University of Technology of Belfort-Montbéliard

▲ Coordinatore: UIC

▲ 17 partners

▲ 8 paesi UE + 2 paesi associati

Analisi sicurezza PL: fattori **facilitatori** sicurezza

▲ **Livello Strategico**

- Cooperazione tra enti e istituzioni
- Sostegno politico e investimenti
- Decisioni basate su analisi quantitative
- Definizione di ambiziosi obiettivi di sicurezza

▲ **Livello Operativo**

- Investimenti nei sistemi di protezione dei PL
- Investimenti per la soppressione dei PL
- Programmi efficaci di manutenzione
- Sistemi di segnalazione di guasti e anomalie

▲ **Livello Educativo**

- Informazione, formazione e sensibilizzazione

▲ **Livello Controllo**

- Contrasto con sanzioni dei comportamenti non conformi ai PL



Analisi sicurezza PL: **ostacoli** per sicurezza PL

▲ **Livello Strategico**

- Ottenere il sostegno politico e garantire investimenti pubblici adeguati
- Superare la frammentazione e rafforzare la cooperazione tra enti e organizzazioni competenti

▲ **Livello Operativo**

- Affrontare i costi e la complessità dei programmi di soppressione e ammodernamento dei PL
- Superare i limiti degli attuali sistemi di protezione
- Garantire il rispetto dei requisiti e degli standard di manutenzione

▲ **Fattori umani**

- Favorire l'accettazione delle misure di sicurezza da parte degli utenti
- Contrastare l'uso improprio e i comportamenti non conformi ai PL
- Migliorare la consapevolezza pubblica sui rischi e sulla sicurezza ferroviaria



Principali risultati sulla analisi sicurezza PL

Significative differenze tra i vari Paesi

▲ Principali fattori che contribuiscono al verificarsi di incidenti ai PL

- Arresto o avaria del veicolo sul PL
- Mancato rispetto della segnaletica e delle norme di attraversamento
- Sorpasso di veicoli in coda in prossimità del PL
- Condizioni di visibilità sfavorevoli
- Violazione delle barriere del PL
- Abbandono di veicoli all'interno del PL
- Velocità non adeguata
- Distrazione degli utenti della strada
- Perdita di controllo di veicoli o biciclette



Criticità legate al comportamento umano

Active LC with full barriers

- ▲ Circumventing closed barriers (climbing over / below)
- ▲ Passing the LC after pre-signaling has begun / while barriers are closing
- ▲ Getting caught between the barriers
- ▲ Getting stuck on the rails



Active LC with half-barriers / light protection

- ▲ Circumventing closed half-barriers (swerving around, climbing over / below)
- ▲ Passing the LC in spite of active light signals (e.g. flashing red light)
- ▲ Passing the LC after pre-signaling has begun / while barriers are closing
- ▲ Getting stuck on the rails

Passive LC

- ▲ Insufficient visual scanning of tracks for train
- ▲ Insufficient adaption of approach speed to scanning needs



Fattore umano per studio PL

“Il **fattore umano** deve essere riconosciuto come una delle **principali criticità** per il miglioramento della **sicurezza dei PL**. (...) Fattori umani che causano o contribuiscono agli incidenti devono essere posti al **centro delle azioni** volte a migliorare la **sicurezza dei PL**.”

(United Nations Economic Commission for Europe [UNECE] Group of Experts on Improving Safety at Level Crossings, 2017)

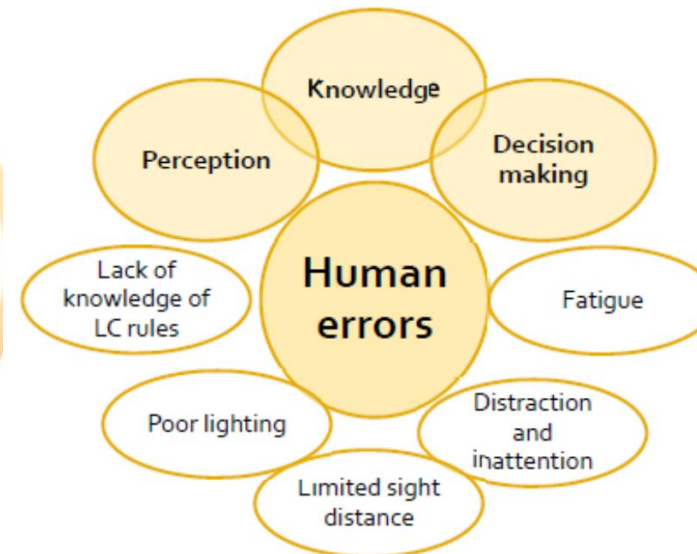
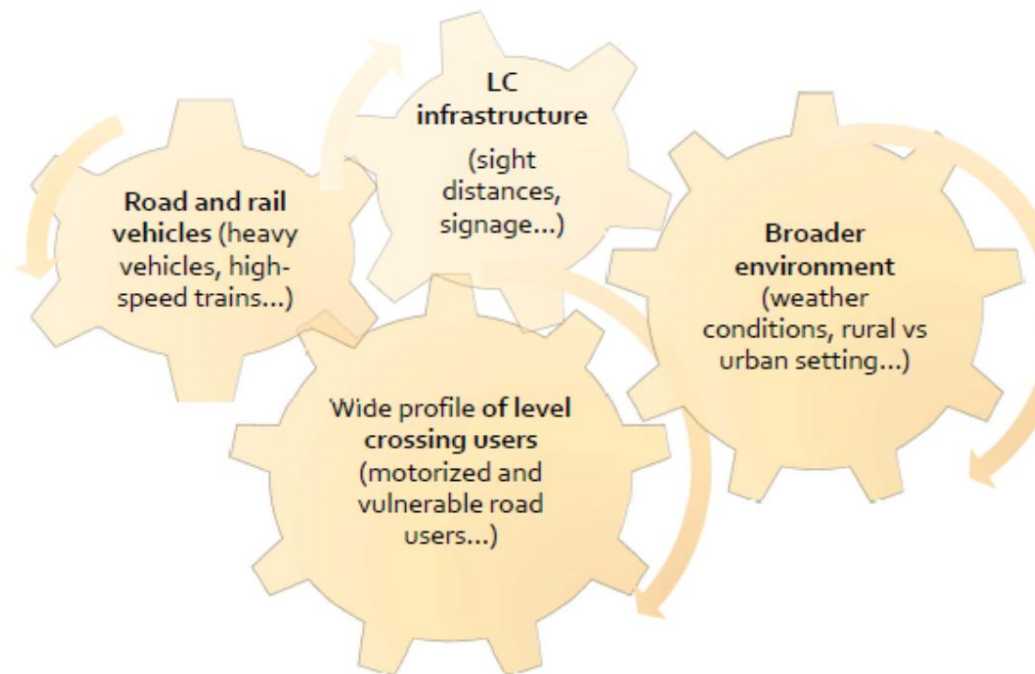
“... una **migliore comprensione delle cause** e dei **fattori umani** alla base di tali **comportamenti impropri** potrebbe favorire una **gestione più efficace** di questo **rilevante rischio ferroviario**.” (European Union Agency for Railways, 2017)

Fattore umano: applicazione di aspetti psicologici e fisiologici per la progettazione di processi, prodotti e sistemi



Fattore umano per studio PL

Analisi utenti PL focalizzata su **individuazione fattori critici** (tipologia utente, frequenza e livello conoscenza, motivazioni) distinguendo tra **comportamento involontario (errori) o volontario (violazioni)**



Integrazione dei fattori umani nel progetto dei PL

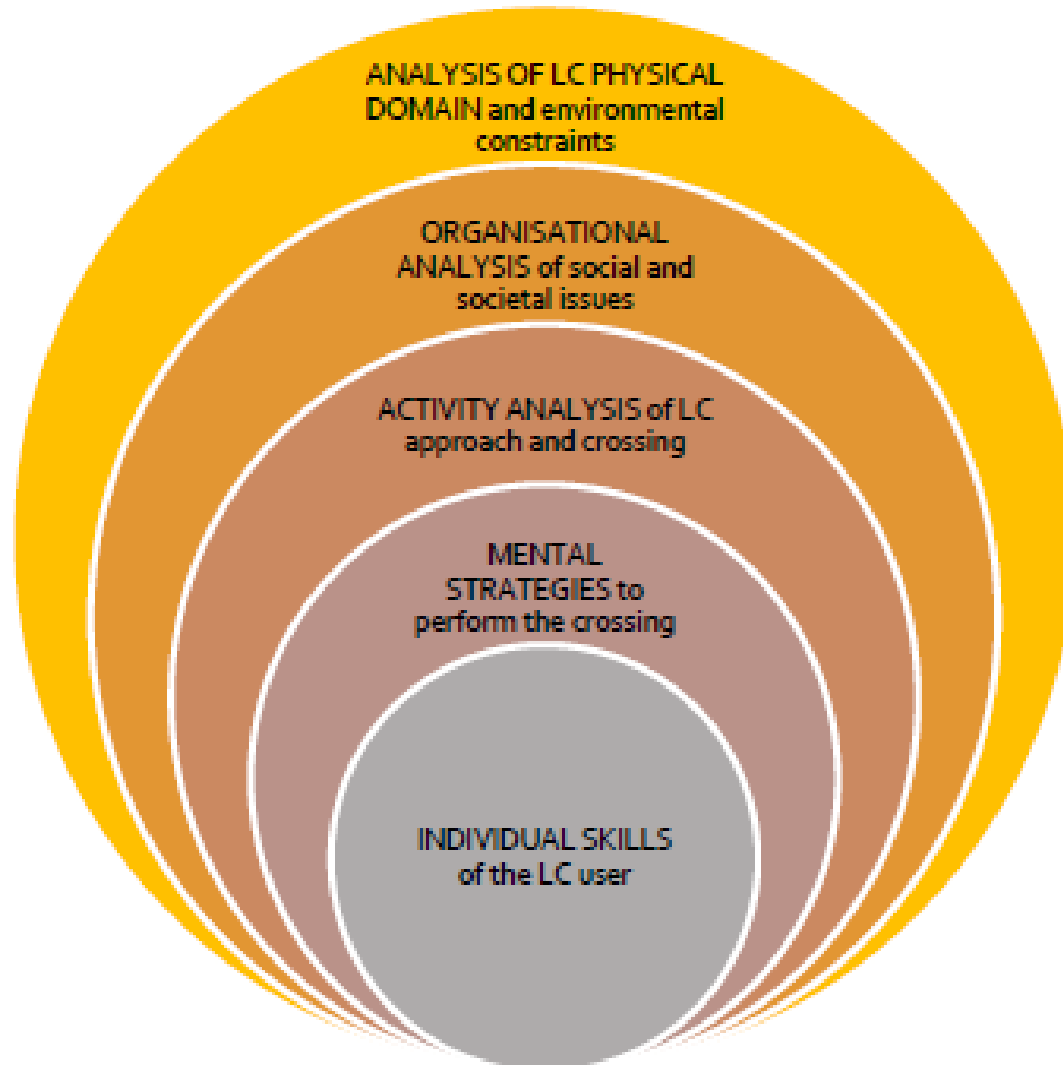
Creazione di una **metodologia basata sull'analisi del fattore umano**, volta a migliorare la sicurezza dei PL attraverso infrastrutture più autoesplicative (**self-explaining**) e tolleranti ad un errore (**forgiving**), progettate in funzione delle **esigenze dei diversi utenti** della strada e della ferrovia

Contesto → Utenti → Comportamenti → Interventi

- 1) analisi del contesto
- 2) analisi degli utenti e dei vincoli
- 3) analisi dei comportamenti e delle criticità
- 4) progettazione degli interventi e delle misure di mitigazione



Metodo basato su Cognitive Work Analysis (CWA)



Valutazione degli effetti sulla sicurezza

1) **Criteri** per la valutazione degli effetti sul comportamento degli utenti della strada

- Rilevabilità
- Identificazione
- Conoscenza delle regole
- Processo decisionale
- Esecuzione del comportamento

2) Stima degli **effetti di sicurezza a breve termine** sul comportamento

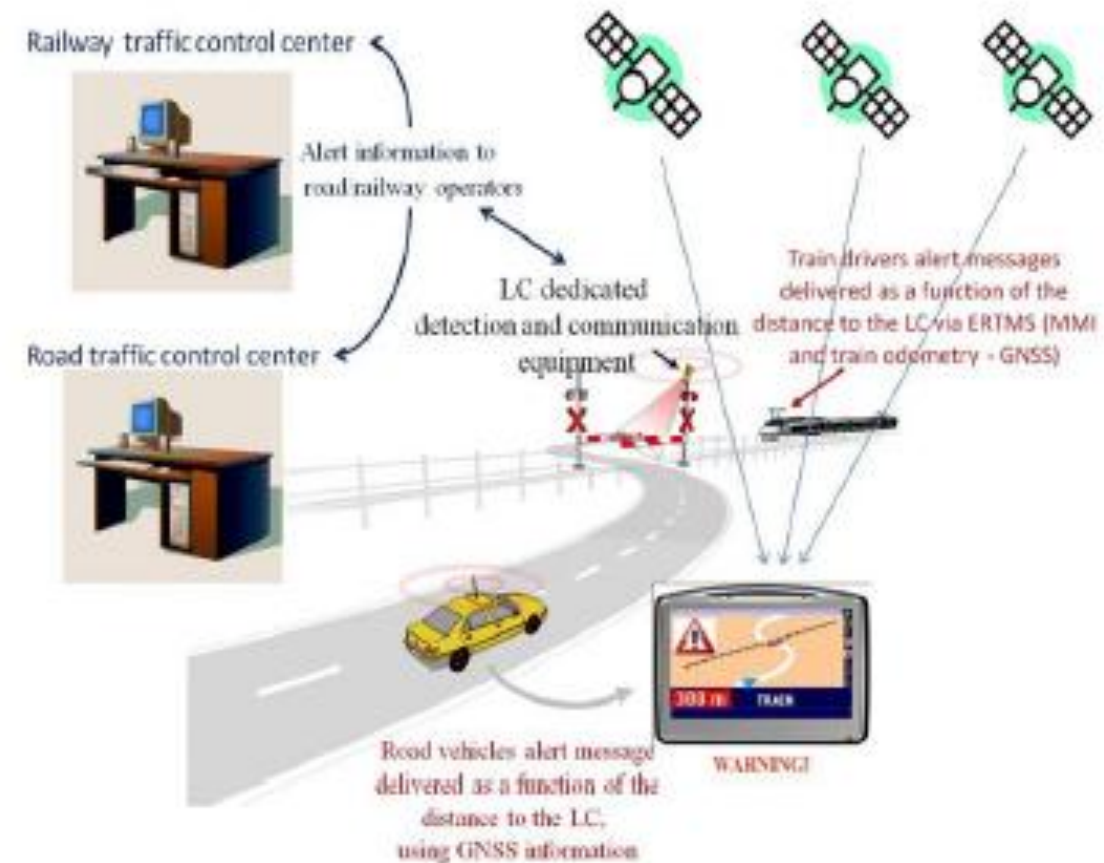
(reazioni dirette e immediate degli utenti)

3) Stima degli **effetti di sicurezza a lungo termine** sul comportamento

(processi di apprendimento e adattamento comportamentale)

Soluzioni tecnologiche innovative

Sviluppare **soluzioni tecnologiche** volte a migliorare la sicurezza dei PL mediante lo **scambio di informazioni** e l'invio di **segnalazioni di allerta ai treni e ai veicoli** in avvicinamento al PL



Specifiche soluzioni tecnologiche

- ▲ **Sistema avanzato di videosorveglianza** per la modellazione e l'analisi del comportamento degli utenti dei PL
- ▲ Sviluppo di un sistema ottimizzato di rilevamento automatico/intelligente degli incidenti (AID – **Automatic Incident Detection**)
- ▲ Sviluppo di **tecnologie sensoristiche intelligenti** per il monitoraggio delle infrastrutture dei PL
- ▲ Sviluppo di **sistemi per la trasmissione e la condivisione delle informazioni** sui rischi e sui pericoli rilevati ai PL
- ▲ **Tecniche basate su comunicazioni V2X** (Vehicle-to-Everything) per il rilevamento, l'attivazione di contromisure e la condivisione delle informazioni, finalizzate all'individuazione e alla previsione dell'arrivo dei treni e alla diffusione degli avvisi agli utenti
- ▲ **Chiusura automatica del PL** attivata dalla geolocalizzazione del treno



Esempio misura per migliorare sicurezza PL



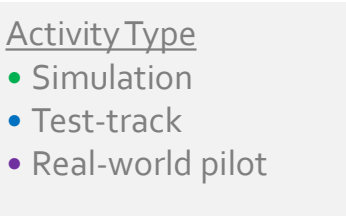
Retrieving relevant knowledge from long-term memory



1. Make LCs as self-explaining as possible.
2. Use signs and symbols that road users are familiar with.
3. Convey relevant messages via onboard systems.



Test condotti in SAFER-LC



Molte grazie per la vostra attenzione

marco.petrelli@uniroma3.it



▲ Website

www.SAFER-LC.eu

▲ Contact

Info@safer-lc.eu