

# **Sistemi innovativi per il monitoraggio del trasporto merci pericolose su rotaia**

## ***Abstract***

L'elaborato, prodotto nel corso dello stage in Ansaldo STS, presenta i risultati di uno studio condotto sul monitoraggio del trasporto di merci pericolose su rotaia. Nel primo capitolo viene data una definizione di merce (o sostanza) pericolosa e s'introduce il problema del trasporto delle merci, mostrando, attraverso dati storici, i benefici in termini di safety e di riduzione del numero di incidenti che si ottengono trasportando le merci pericolose su rotaia invece che su strada. Nel secondo capitolo sono analizzate le normative internazionali riguardanti il trasporto delle suddette merci, ponendo particolare attenzione alla normativa europea per il trasporto di merci pericolose e agli accordi internazionali a cui essa fa riferimento, come il RID (in ambito ferroviario) e l'IMDG (nell'ambito del trasporto marittimo). Nel terzo capitolo è affrontato, dal punto di vista normativo, il problema del trasporto intermodale di merci pericolose, ponendo particolare attenzione a problematiche quali gli imballaggi consentiti, l'etichettatura dei container e la documentazione necessaria. Nel quarto capitolo è, invece, trattato il problema del monitoraggio del trasporto di merci pericolose, mostrando i vantaggi che ne possono derivare, sia in termini di safety e security, che in termini economici. In questo capitolo viene, inoltre, presentata la tecnologia delle reti di sensori, spiegandone il funzionamento e le criticità; sono, infine, riportate delle tecniche per l'elaborazione dei dati misurati dai singoli sensori della rete, che permettono di ottenere informazioni di alto livello a partire dalle misure dei singoli sensori. Nel quinto capitolo sono analizzate le problematiche di sicurezza del sistema di monitoraggio, dando particolare importanza alla sicurezza delle comunicazioni: si accenna alle principali tipologie di attacco e si discute sulle possibili contromisure, quali autenticazione e crittografia. Nel sesto capitolo è, quindi, proposta una possibile architettura del sistema di monitoraggio, pensata per monitorare un intero treno adibito al trasporto di merci pericolose. Il sistema di monitoraggio è basato su una rete di sensori con una struttura a piramide a tre livelli: alla base della piramide ci sono i nodi sensori (slave), posti o sulla parete interna del vagone, nei pressi del carico, o all'esterno, che misurano le grandezze fisiche di interesse; in ogni vagone c'è un nodo master (secondo livello della piramide) che analizza e aggrega i dati provenienti dai sensori slave presenti sul vagone e, in caso di anomalie, è in grado di generare un allarme. Al vertice della piramide c'è il nodo sink che raccoglie i dati provenienti dai nodi master, li analizza e li trasmette al centro di controllo. Infine, nel settimo capitolo, sono illustrate le conclusioni tratte a valle dello studio effettuato, evidenziando la fattibilità del monitoraggio continuo del trasporto di merci pericolose su rotaia attraverso reti di sensori.