



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti,
dell'energia e delle comunicazioni (DATEC)

Ufficio federale dei trasporti UFT
Divisione Finanziamento

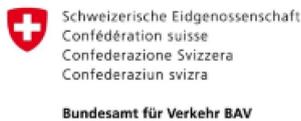
Wolf-Dieter Deuschle 24 ottobre 2022

Rapporto programmatico

Automazione del traffico merci su rotaia in Svizzera, a partire dalla migrazione all'accoppiamento automatico digitale

Aktenzeichen: BAV-334-5/2/2/5/7

Un progetto di



Verband öffentlicher Verkehr
Union des transports publics
Unione dei trasporti pubblici

Con il coinvolgimento dell'intero settore:



Indice

1	Compendio.....	3
2	Programma di riferimento	5
	2.1 Le funzionalità rese possibili dal DAC	6
	2.2 Componenti tecnici per l'adeguamento dei veicoli	15
	2.3 Quantità di veicoli da adeguare.....	16
	2.4 Benefici	18
3	Collaborazione con l'Europa e interoperabilità	21
4	Programma di migrazione	22
	4.1 La migrazione dal punto di vista della Svizzera	22
	4.2 Dipendenza dall'Europa.....	24
5	Gestione dei rischi	25
6	Conclusioni.....	26

1 Compendio

Affinché il traffico merci su rotaia possa affrontare le sfide future in quanto componente di una mobilità sostenibile e intelligente sono indispensabili la digitalizzazione e l'impiego di nuove tecnologie. Le prestazioni del sistema ferroviario nel trasporto di merci potranno così essere fornite in modo più flessibile, semplice, affidabile ed economico. Il traffico merci su rotaia diventerà così più allettante e competitivo, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi climatici. L'elemento centrale è l'accoppiamento automatico digitale (DAC, dall'inglese *digital automatic coupling*), che servirà ad accelerare, semplificare e rendere più conveniente il traffico merci su rotaia in Europa.

In tale contesto, a settembre 2021 in Svizzera è stato avviato il progetto «Automazione del traffico merci su rotaia in Svizzera, a partire dalla migrazione all'accoppiamento automatico digitale», che vede il coinvolgimento delle associazioni del settore. Il programma di riferimento e di migrazione è stato elaborato per la procedura di consultazione in coordinamento con i comitati europei ed è documentato nel presente rapporto. A partire dall'ottobre 2022 vengono approfondite le conoscenze acquisite in modo che il programma di riferimento e di migrazione al DAC concreto sia disponibile entro aprile 2023 per la bozza di messaggio e, su tale base, si possano organizzare i lavori di attuazione. L'obiettivo è poter avviare la migrazione in Svizzera nel 2025, parallelamente all'introduzione a livello europeo, previa discussione del progetto in Parlamento.

Il solo accoppiamento automatico meccanico non garantisce un beneficio proporzionale all'investimento. Occorre procedere all'automazione e digitalizzazione in un unico passaggio, al fine di consentire un'ottimizzazione completa dei trasporti. Oltre all'accoppiamento meccanico, nel processo di accoppiamento dovranno essere integrati anche l'energia e il flusso di dati. A tal fine è necessario il cosiddetto DAC livello 4, che deve anche essere sviluppato in modo compatibile con il livello 5, vale a dire lo sganciamento telecomandato.

Il DAC è concepito come accoppiamento a respingente centrale, in grado di trasmettere forze di trazione e di pressione. I respingenti laterali dei carri saranno pertanto eliminati. Oltre al collegamento meccanico e pneumatico, è soprattutto la dotazione digitale a essere determinante per le seguenti funzioni:

- prova automatica dei freni;
- rilevamento automatico della posizione dei carri;
- controllo dell'integrità del treno;
- freno elettropneumatico (freno EP);
- controllo tecnico digitale dei carri;
- tecnica di base per la manutenzione di carri merci basata sul loro stato e l'approntamento di informazioni per la logistica.

Per queste funzioni vengono integrati nei veicoli i componenti elencati di seguito. Per poter impiegare il materiale rotabile in modo flessibile, l'equipaggiamento o le interfacce devono essere uniformi a livello europeo:

- DAC con pacchetto elastico e dispositivo di sganciamento manuale/elettrico;
- adattatore della condotta del freno pneumatico per il collegamento al DAC;
- cavi per la corrente elettrica e il flusso di dati con relative tubature;

- trasformatore per l'alimentazione di tensione ai carri e una batteria tampone;
- apparecchiatura di bordo per l'elaborazione locale dei segnali dei sensori e come punto nodale di comunicazione;
- sensori, attuatori ed eventualmente valvole.

Nel complesso, in Europa si contano circa 450 000 carri merci. In Svizzera sono circa 18 000 i carri da equipaggiare e trasformare di conseguenza. A questi si aggiungono circa 520 locomotive di linea e di manovra.

Il beneficio maggiore si avrà nell'esercizio quotidiano del traffico merci su rotaia. I vantaggi per il trasporto in carri completi isolati (TCCI) riguarderanno i diversi processi di scomposizione e nuova formazione dei treni. I componenti digitali faranno risparmiare tempo e risorse nella preparazione dei treni. A beneficiarne sarà anche il trasporto in treni completi.

Si produrranno inoltre effetti in termini di capacità a livello infrastrutturale. I tempi di rotazione più brevi allenteranno la pressione su terminali e stazioni di smistamento e grazie alla migliore dinamica dei treni sarà possibile raggiungere velocità armonizzate con altri generi di trasporto e creare così ulteriori tracce sulla rete densamente trafficata della Svizzera. La possibilità di far circolare treni più pesanti e la maggiore sicurezza contro lo sviamento contribuiranno a rendere la rete più affidabile. I detentori dei carri potranno sfruttare le possibilità offerte dalla digitalizzazione per fini di disposizione.

Per l'introduzione del DAC la migrazione rappresenta, insieme al finanziamento, la sfida più difficile. I carri con DAC e quelli con accoppiamento a vite non sono compatibili tra loro e pertanto non possono essere agganciati direttamente. L'attenzione è rivolta soprattutto al TCCI, che, effettuando sistematicamente il maggior numero di operazioni di accoppiamento, dovrà essere convertito in tempi relativamente brevi per non pregiudicare la qualità del servizio ai clienti durante il periodo transitorio. Per i trasporti in treni completi e quelli isolabili la conversione risulta meno critica.

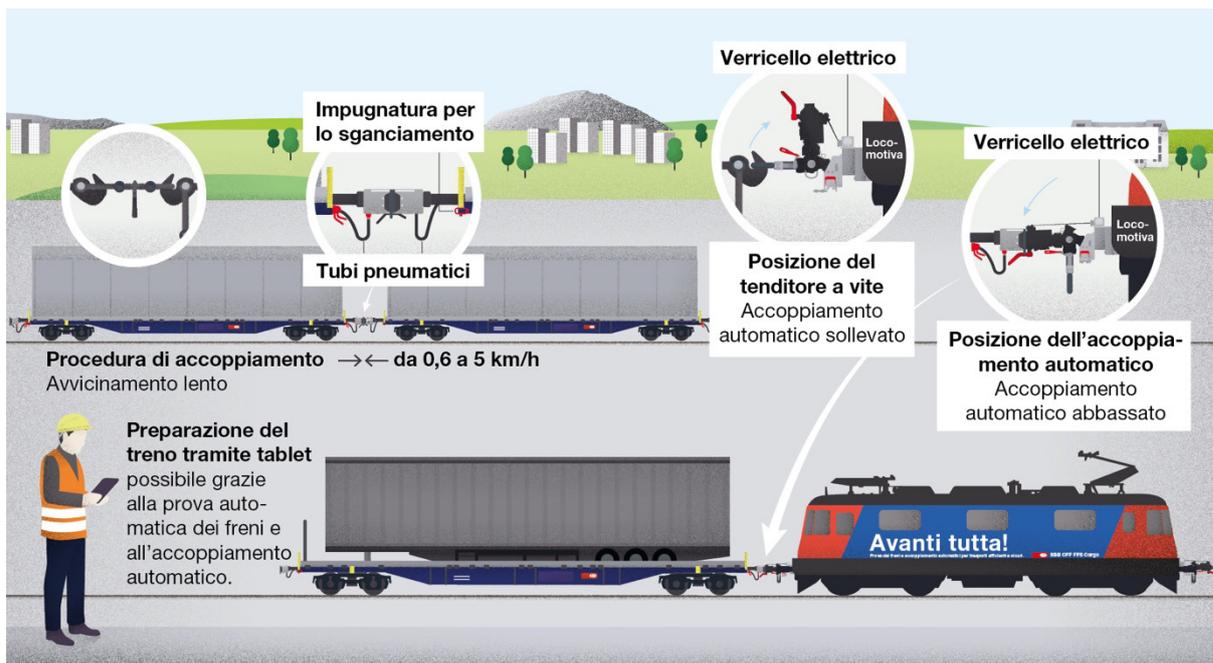


Figura 1: I processi oggi e domani (fonte: FFS Cargo)

2 Programma di riferimento

Con l'automazione e la digitalizzazione nel traffico merci su rotaia si vuole rendere il trasporto ferroviario di merci più rapido, affidabile, conveniente, semplice e sicuro.

Negli Stati Uniti o in Giappone l'accoppiamento automatico esiste sin dall'inizio del XX secolo, mentre la sua introduzione in Europa è già fallita due volte. Le ragioni sono molteplici. Da un lato, in un sistema di trasporto come quello europeo, in cui sono rappresentati così tanti Stati e interessi, è molto più difficile raggiungere l'unanimità riguardo alla conversione; dall'altro, il solo accoppiamento meccanico non garantisce un beneficio proporzionale all'investimento. L'automazione e la digitalizzazione devono essere realizzate contemporaneamente in modo da generare il maggior beneficio possibile – e ciò sistematicamente sull'intera rete ferroviaria. L'elemento centrale DAC renderà possibile tutta una serie di altre funzionalità da cui derivano benefici aggiuntivi nel TCCI come anche nei treni completi.

In Europa il traffico merci su rotaia avviene in buona parte a livello transfrontaliero. I benefici del DAC risulteranno potenziati se sarà compatibile con tutti i trasporti europei sulla rete a scartamento normale. Per tale ragione la Svizzera è coinvolta nel progetto generale europeo per l'introduzione dell'accoppiamento automatico digitale, il cosiddetto «European DAC Delivery Programme EDDP». Tale collaborazione su scala europea ha già consentito di compiere grandi progressi, come più dettagliatamente descritto nel capitolo 3.

L'automazione e la digitalizzazione dovranno trasformare, in particolare, i processi d'esercizio nel traffico merci su rotaia che comportano notevole lavoro manuale con conseguente dispendio di tempo. Un'analisi del flusso di valore¹ dei trasporti, condotta da FFS Cargo sul TCCI nel 2014, mostra che sussiste una necessità d'intervento per realizzare risparmi sui costi soprattutto nel primo e nell'ultimo miglio,

¹ Eseguita da FFS Cargo nell'ambito di uno studio interno dettagliato sulla struttura dei costi di produzione nelle categorie macchinisti, costi delle tracce, operatori di manovra, macchinisti di manovra e personale tecnico.

dove sorge circa il 60 per cento di tutti i costi di produzione. L'obiettivo che ci si è quindi prefissati consiste nel cosiddetto «esercizio con un solo operatore», in base al quale il supporto tecnologico sul posto dovrà configurarsi in modo che le operazioni possano essere eseguite da una sola persona anziché dalle due o tre attuali e siano comunque molto più rapide.

Il fatto che il DAC sia strutturato in modo compatibile verso l'alto (cfr. fig. 2 «Livelli di sviluppo del DAC») ne consente uno sviluppo e un'introduzione graduale: nel programma di riferimento della Svizzera è prevista dapprima l'introduzione del DAC livello 4, con cui verranno poste basi importanti per la digitalizzazione grazie alle linee dati ed elettriche; seguirà quindi l'ultimo livello, che permetterà anche lo sganciamento automatico a distanza e consisterà sostanzialmente in un aggiornamento software che deve però soddisfare elevati requisiti di sicurezza. Per tale motivo, questa fase sarà pianificata solo in un secondo momento.

<i>Caratteristiche tecniche</i>	AC1 ²	AC2	DAC3 ²	DAC4	DAC5
Accoppiamento automatico meccanico	✓	✓	✓	✓	✓
Accoppiamento automatico con condotta del freno integrata		✓	✓	✓	✓
Alimentazione di energia elettrica per i carri			✓	✓	✓
Trasmissione digitale dei dati				✓	✓
Sganciamento telecomandato sicuro					✓

Livelli di sviluppo del DAC. Per i primi due livelli si applica soltanto la designazione «Accoppiamento automatico (AC)»

2.1 Le funzionalità rese possibili dal DAC

L'accoppiamento automatico digitale combina tutta una serie di vantaggi. Al centro è posta l'ottimizzazione dei processi dell'esercizio ferroviario a livello intersistemico. Un vantaggio diretto deriva dall'accoppiamento automatico meccanico per l'aggancio dei veicoli e dalla notevole semplificazione delle operazioni di sganciamento. Altri vantaggi diretti sono rappresentati dall'alimentazione elettrica del treno e dalla trasmissione di dati. Ciò rende possibili le cosiddette funzioni «enabler» che digitalizzano i necessari processi di preparazione sopra descritti, semplificandoli e rendendoli più rapidi. Oltre ai processi d'esercizio, il DAC genera vantaggi indiretti a livello dell'intero sistema in molti settori aziendali delle imprese di trasporto ferroviarie (ITF), dell'infrastruttura e dei detentori di veicoli.

a) L'accoppiamento e le sue funzionalità

Nel settembre 2021, nell'ambito dell'EDDP, è stato scelto l'accoppiatore Scharfenberg di tipo 10 che trova impiego ormai da decenni nel traffico viaggiatori di tutta Europa. Altre opzioni erano un accoppiamento SA3 modificato (basato

² Opzione teorica, non in discussione

sull'accoppiatore impiegato soprattutto sulla rete a scartamento largo dell'Europa dell'est) e un accoppiamento Schwab del produttore Faiveley. Nell'ambito di un test di ampia portata, i tre sistemi sono stati sottoposti a prove di funzionamento in diverse situazioni di manovra e in tutte le condizioni meteorologiche. Le prestazioni migliori sono risultate essere quelle del sistema Scharfenberg, che è stato quindi scelto all'unanimità nell'ambito dell'EDDP per l'ulteriore attuazione.

Con il sostegno della Confederazione, FFS Cargo è stata la prima ferrovia europea a mettere in servizio già nel 2019 una rete interna, circoscritta, del traffico combinato con circa 200 carri e 25 locomotive equipaggiati con l'accoppiamento Scharfenberg. È stata tra l'altro l'esperienza acquisita in Svizzera con tale esercizio commerciale a far pendere la bilancia in sede europea a favore di questo tipo di accoppiamento.

L'accoppiamento Scharfenberg è un cosiddetto accoppiamento a respingente centrale, in grado di trasmettere forze di trazione e di pressione; ciò significa che il gruppo elastico è parte integrante dell'accoppiamento ed è integrato nel vano d'installazione UIC del carro. I respingenti laterali possono essere eliminati. La possibile forza di trazione viene portata da 850 kilonewton (kN) nell'accoppiamento a vite a 1000 kN nell'accoppiamento a respingente centrale, il che permette di trasportare treni più pesanti anche del 17,5 per cento. La trasmissione avviene senza attrito attraverso l'accoppiamento a respingente centrale. In tal modo vengono inoltre ridotte le forze trasversali in curva, con una conseguente minore usura dell'infrastruttura e una maggiore sicurezza contro lo sviamento.



Figura 2: Grazie al DAC, il convoglio viene collegato alla locomotiva con un semplice «clac».

Livello AC 2: L'accoppiatore di tipo 10 stabilisce automaticamente il collegamento meccanico e pneumatico nell'agganciamento dei veicoli. Lo sganciamento avviene azionando un cavo tirante (dispositivo di sganciamento manuale).

Livello DAC 4: A questo livello di sviluppo vengono collegate anche le linee dati ed elettriche.

Come tipo di corrente, nell'ambito dell'EDDP è stato scelto un sistema monofase 400 VAC dopo che il sistema 100 V originariamente previsto si è rivelato troppo poco potente.

Al momento il sistema di trasmissione dei dati non è stato ancora definito. Delle tecnologie di 14 sistemi valutati nell'ambito dell'EDDP ne sono state scremate due: la Single Pair Ethernet (SPE) e la Power Line Plus. Mentre nella soluzione Power Line i dati sono trasmessi tramite il cavo di corrente ed elaborati da modem specifici, per l'opzione SPE occorre una linea dati dedicata oltre alla linea elettrica che passa attraverso l'accoppiatore. Le due tecnologie saranno ulteriormente sviluppate nell'ambito dell'Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU, cfr. sotto) fino a quando non sarà possibile prendere una decisione fondata. In tale contesto, la tecnologia Power Line Plus viene testata, anche stavolta con il sostegno della Confederazione, da FFS Cargo in collaborazione con l'Università di Lucerna e con le aziende Voith e PJM.

Il DAC 4 del fornitore Voith prevede lo sganciamento elettrico a carro fermo, premendo un pulsante sulla sponda del carro medesimo (cfr. fig. 4). Sulla sella di lancio nelle stazioni di smistamento, lo sganciamento deve essere possibile anche con i carri in movimento. Il necessario, ulteriore sviluppo dei sistemi di accoppiamento avviene attualmente d'intesa con i fornitori.



Figura 3: Sganciamento tramite pressione di un pulsante (fonte: FFS Infrastruttura)

Livello DAC 5: In questo livello, al DAC 4 si aggiunge lo sganciamento telecomandato tramite tablet o dal computer della sella di lancio. Si tratta sostanzialmente di un aggiornamento software che dispone di un adeguato livello di sicurezza e dei necessari processi d'esercizio in background. L'attenzione è qui rivolta soprattutto alla cibersicurezza, per evitare che lo sganciamento possa essere effettuato da soggetti non autorizzati. Per via della complessità molto più elevata, questa funzione sarà introdotta soltanto in un secondo momento (alcuni anni dopo la messa in servizio del DAC 4). Il DAC 4 dovrà però essere configurato in modo compatibile con il livello 5 già al momento della sua introduzione.

b) Le applicazioni digitali rese possibili dal DAC

Come già descritto, l'accoppiamento automatico rende possibile tutta una serie di applicazioni digitali rilevanti per l'esercizio, che dovranno tuttavia essere sviluppate separatamente e che pongono ulteriori requisiti in particolare in termini di autorizzazione. Queste sono descritte brevemente di seguito.

Prova automatica dei freni

Funzionamento: con la prova automatica dei freni viene rilevato, mediante sensori e dinamometri, lo stato corretto dell'apparecchio di frenatura. In un sistema securizzato dal punto di vista funzionale, lo stato dei freni viene determinato sulla base dei segnali dei sensori e fatto pervenire al responsabile della prova dei freni su un tablet (cfr. anche fig. 5: Confronto tra i processi manuali e automatici di prova dei freni). La sequenza di prova allentare-frenare-allentare definita nella prescrizione sulla circolazione dei treni viene rispettata.

Processo odierno: attualmente la corretta funzionalità dei freni dei carri merci viene verificata con un processo manuale. A tal fine un operatore di manovra deve percorrere il treno due volte. All'andata controlla se i freni sono serrati e al ritorno se sono allentati. Questo controllo deve essere ripetuto su ciascun carrello tramite test acustico o di vibrazioni. La prova dei freni deve essere effettuata dopo ogni nuova composizione di un treno o al massimo dopo 24 ore.

Benefici del DAC: la prova automatica dei freni consente un notevole risparmio di tempo. Mentre oggi devono essere generalmente presenti due persone (macchinista e operatore di manovra), in futuro l'attività potrà essere svolta dal solo responsabile della prova dei freni, arrivando a risparmiare anche 70 minuti nel caso di treni lunghi. Inoltre, i risultati della prova dei freni saranno sistematicamente rilevati e documentati.

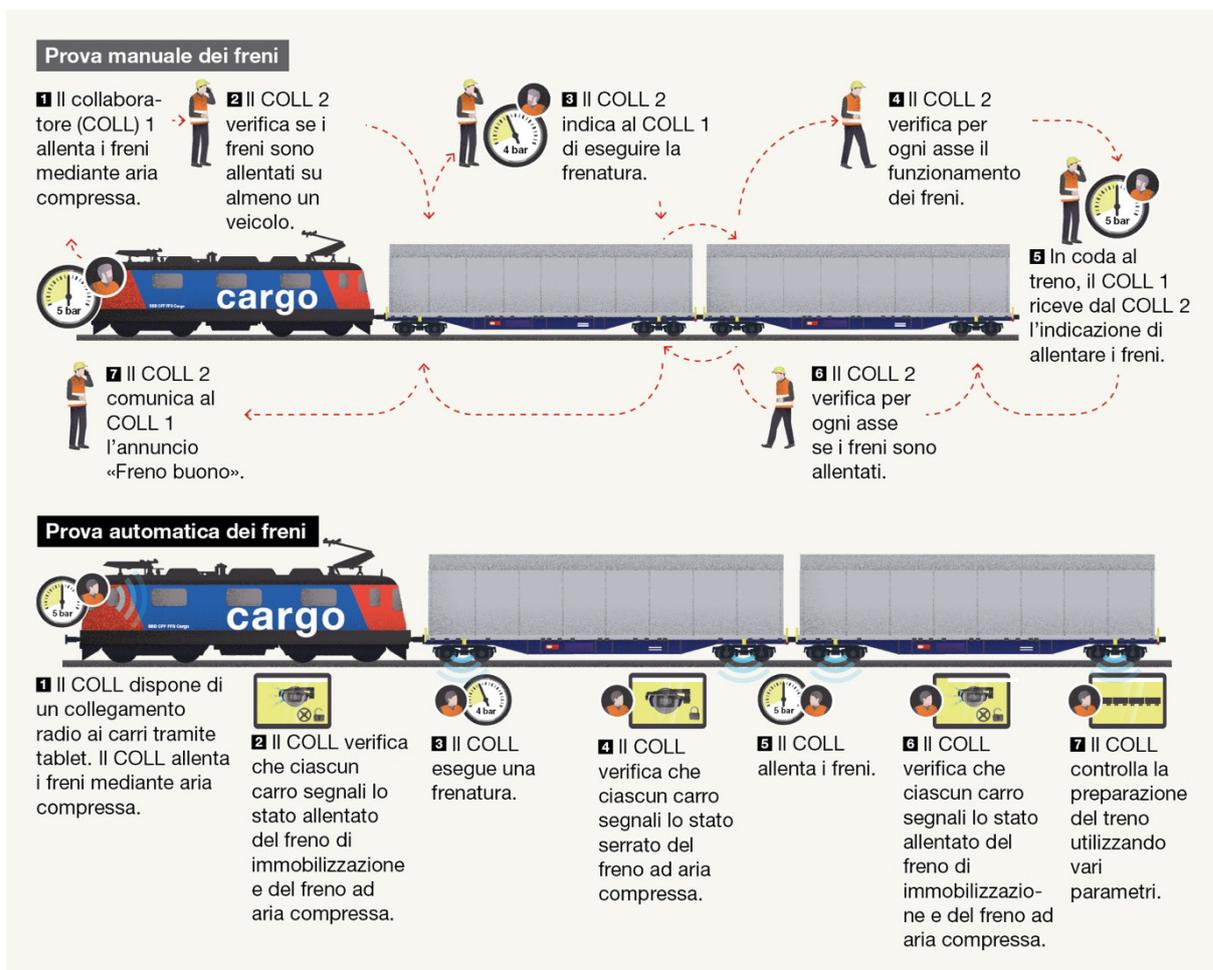


Figura 4: Confronto tra i processi manuali e automatici di prova dei freni (fonte: FFS)

Rilevamento automatico della posizione dei carri

Funzionamento: con la trasmissione dei dati nel convoglio, i carri possono essere contattati direttamente dalla locomotiva. Nell'ambito della cosiddetta «determinazione del treno» o «inizializzazione del treno», i carri vengono chiamati e rispondono secondo una routine definita in modo da poterne rilevare la sequenza e l'orientamento. L'elenco così generato costituisce il presupposto per le successive fasi di preparazione sia nel back-end (elenco dei treni per l'infrastruttura, calcolo della frenatura) sia nel convoglio (integrità del treno, prova automatica dei freni).

Processo odierno: attualmente la posizione dei carri è rilevata da un operatore di manovra con un processo manuale.

Benefici del DAC: risparmio dei tempi per il rilevamento dei numeri di carro, qualità affidabile dei dati dell'elenco dei treni e prevenzione degli errori di posizione.

Controllo dell'integrità del treno

Funzionamento: analogamente al rilevamento automatico della posizione dei carri sopra descritto, con la trasmissione dei dati nel convoglio è possibile monitorare in modo continuativo anche l'integrità del treno grazie all'identificazione univoca dei carri e della loro posizione. Eventuali distacchi di carri o gruppi di carri sono rilevati in modo affidabile e segnalati al macchinista e alla centrale d'esercizio in tempo reale.

Processo odierno: attualmente per contrassegnare la fine del convoglio vengono applicate tavole di indicazione della coda del treno. La loro presenza non viene però sempre controllata durante la corsa del treno. La completezza dei treni è sorvegliata lato infrastruttura, per esempio attraverso i conta-assi o i circuiti a corrente continua. Inoltre, nel caso di uno spezzamento accidentale del treno, l'aria compressa fuoriesce dalla condotta del freno aperta e fa arrestare le singole parti.

Benefici del DAC: non appena l'informazione sull'integrità del treno sarà disponibile in modo costante, si potranno eliminare a) le tavole di indicazione della coda del treno e b) in prospettiva anche gli impianti di sorveglianza lato infrastruttura. Inoltre, quest'informazione sull'integrità del treno costituisce un presupposto necessario per l'introduzione dell'ETCS Level 3 (circolazione con intervallo di blocco variabile).

Rilevamento dello sviamento

Funzionamento: lo sviamento degli assi durante la corsa è individuato tempestivamente e in modo affidabile; viene trasmessa al macchinista una rispettiva informazione.

Processo odierno: i sistemi meccanici esistenti sono impiegati in Svizzera per trasporti specifici particolarmente pericolosi. Un'introduzione capillare, auspicata dalla Svizzera da decenni, è finora fallita a livello internazionale in quanto questi sistemi presentano ancora determinati svantaggi in termini di affidabilità e di rapporto costi-benefici.

Benefici del DAC: il DAC consente di impiegare sistemi elettronici per il rilevamento degli assi sviati e la trasmissione delle relative informazioni. Ciò permette di avviare le misure necessarie per evitare conseguenze di ampia portata, in particolare nel trasporto di merci pericolose.

Freno elettropneumatico (freno EP)

Funzionamento: il freno EP è utilizzato già da tempo nel traffico viaggiatori. Tuttavia, per una serie di ragioni legate all'esercizio, tale tecnologia non può essere trasferita tout court dal traffico viaggiatori al traffico merci. Poiché le modalità esatte di un'eventuale attuazione nel traffico merci su rotaia sono ancora in fase di discussione negli ambienti specialistici, in questa sede si accennerà solo ad alcuni aspetti generali.

In linea di principio, il grande vantaggio del freno EP consiste nel fatto che le valvole dei freni possono essere comandate elettronicamente ed è quindi possibile

trasmettere la forza frenante simultaneamente su tutto il treno. Ciò consente al convoglio di frenare più rapidamente nonché con reazioni longitudinali minori nella composizione. È così possibile ottenere categorie di freno superiori e quindi circolare più a lungo e più velocemente, generando di riflesso effetti positivi in termini di pianificazione e allestimento delle tracce in quanto si riduce la differenza tra la velocità di corsa dei treni merci e viaggiatori. Nell'ambito dell'attuazione si dovrà tenere conto dei corrispondenti requisiti di sicurezza della tecnologia. L'allentamento rapido dei freni, per esempio dopo una fermata al segnale, già consolidato nel traffico viaggiatori, richiede la presenza nel convoglio di una seconda condotta d'aria (condotta d'alimentazione a 10 bar) la cui installazione a posteriori risulta molto onerosa e non troverà presumibilmente attuazione.

Processo odierno: attualmente il freno viene comandato esclusivamente mediante aumento e riduzione della pressione nella condotta principale da parte del macchinista. Sia la trasmissione della forza frenante sia l'allentamento dei freni dipendono direttamente dalla velocità di propagazione dell'aria compressa nel sistema frenante, il che determina ritardi e una certa inerzia del sistema. Aumentando la lunghezza dei treni, cresce anche la rilevanza di questo effetto.

Benefici del DAC: circolare in categorie di freno più elevate (e quindi più velocemente) può avere notevoli effetti sulle capacità delle tratte e sull'utilizzo condiviso delle tratte da parte del traffico merci e viaggiatori (armonizzazione delle velocità). L'infrastruttura esistente potrà essere sfruttata in modo migliore. Il calcolo esatto dei benefici da parte di FFS Infrastruttura deve ancora essere finalizzato.

Sganciamento automatico a distanza e freno di stazionamento automatico (DAC 5)

Funzionamento: con lo sganciamento automatico a distanza, ogni singolo punto di accoppiamento nel treno può essere sganciato dalla locomotiva o, per esempio, dall'apparecchio centrale. A tal fine dev'essere soddisfatta tutta una serie di requisiti necessari a garantire un esercizio ferroviario sicuro. Oltre alle esigenze ancora da definire in relazione al freno di stazionamento per l'assicurazione del veicolo sganciato, l'applicazione deve soddisfare i corrispondenti requisiti in materia di sicurezza funzionale così come di accesso non autorizzato (cibersicurezza). Occorre inoltre definire i relativi processi d'esercizio e adeguare la tecnica dell'apparecchio centrale per lo sganciamento a distanza da parte di quest'ultimo.

Processo odierno: dopo aver assicurato i carri / il gruppo di carri da sganciare mediante il freno di stazionamento o la «posa» di staffe d'arresto ai singoli carri, l'accoppiamento a vite viene allentato e sganciato in corrispondenza del punto di separazione previsto. Con il DAC livello 4, lo sganciamento dopo l'assicurazione dei carri avviene mediante cavo di trazione / leva di sganciamento oppure elettricamente premendo un pulsante sul carro.

Benefici del DAC: in particolare nelle stazioni di smistamento è possibile ottimizzare lo smistamento a gravità in quanto viene meno la necessità di un intervento manuale sul posto. Alla consegna dei carri, si può per esempio sganciare un carro o un gruppo di carri alla fine di una composizione senza che il macchinista debba scendere dalla locomotiva o senza che debba essere presente un secondo operatore di manovra.

Controllo tecnico digitale dei carri

Funzionamento: i dati relativi allo stato dei veicoli e del carico vengono registrati in modo continuativo e quindi utilizzati per garantire un esercizio regolare. Le tecnologie impiegate per il riconoscimento dello stato devono essere applicate in modo mirato laddove possono, da un lato, identificare i danni in maniera affidabile riducendo sensibilmente il rischio e, dall'altro, fornire dati importanti per la pianificazione della manutenzione grazie alla registrazione del grado di usura. Per il rilevamento dei dati relativi allo stato si utilizzano sistemi sulla tratta (cosiddetta wayside intelligence) e a bordo veicolo (cosiddetta asset intelligence, ad es. sensori di accelerazione). Lo stato dei veicoli può essere registrato e trasmesso dai sistemi di bordo per ogni carro in qualsiasi momento, quindi anche prima della partenza del treno, e dai sistemi sulla tratta durante la corsa, al passaggio in corrispondenza di sistemi di misurazione. Per poter eseguire un controllo del treno prima della partenza con tali sistemi automatici e senza personale, è necessario che tutti i veicoli di un convoglio siano adeguatamente equipaggiati. La completezza dei controlli tecnici su tutti i carri merci viene sorvegliata in una centrale direttiva con l'ausilio del corrispondente supporto IT (cfr. fig. 5: Scenario di riferimento per il controllo digitale dei carri).

Processo odierno: attualmente il treno viene controllato prima di ogni partenza nell'ambito della preparazione tecnica da un controllore appositamente formato.

Benefici del DAC: riduzione dell'onere legato ai controlli manuali, nonché trasparenza e tracciabilità dei controlli eseguiti. Le analisi delle tendenze e le informazioni continue sullo stato del veicolo si traducono in una manutenzione più efficiente basata sullo stato e un minor numero di interventi durante la corsa. Grazie alla tracciabilità dell'insorgenza dei danni, quelli dovuti a uso improprio diminuiscono o si generano effetti positivi grazie all'imputazione del danno al suo autore.

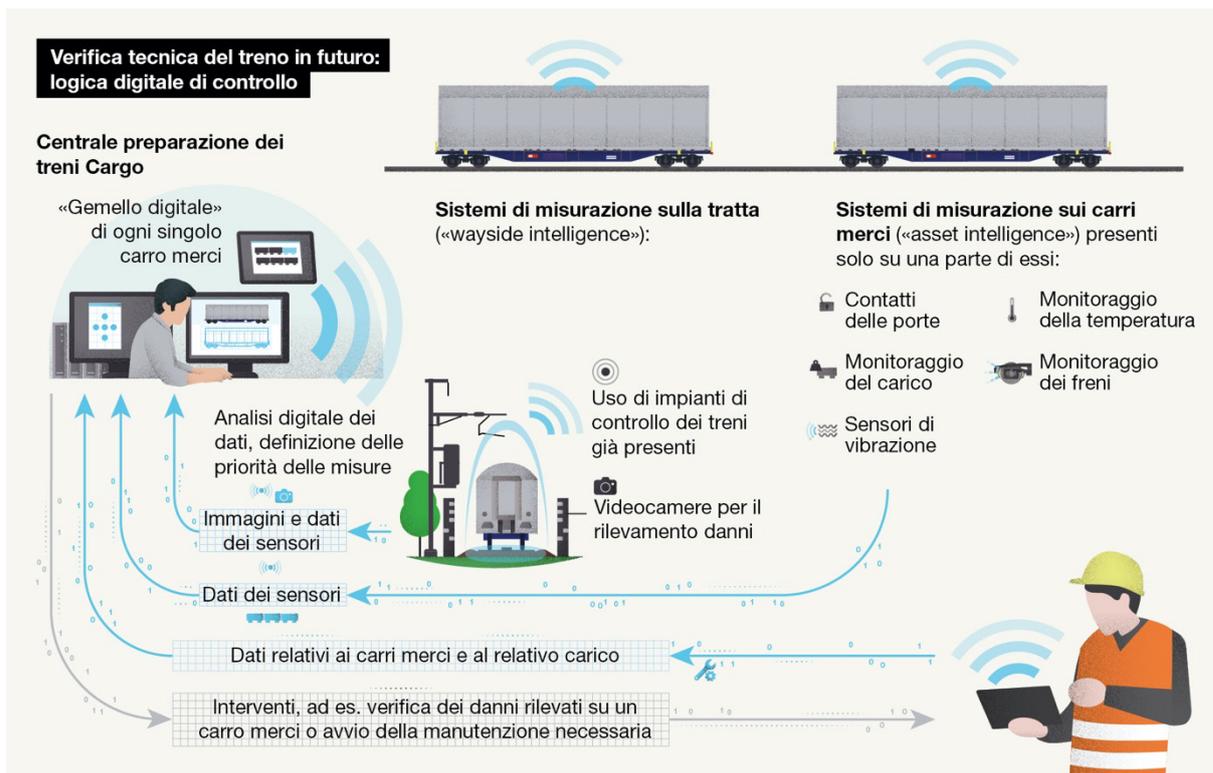


Figura 5: Scenario di riferimento per il controllo digitale dei carri (Fonte: FFS Cargo)

Manutenzione di carri merci basata sullo stato

- **Funzionamento:** con i componenti definiti per l'adeguamento viene approntata la tecnologia di base del rilevamento dati per la manutenzione basata sullo stato. Partendo da tale base, si possono attuare diverse soluzioni tecniche realizzabili dai detentori di carri in maniera indipendente. Inoltre, ad oggi sono disponibili dati aggiornati relativi allo stato rilevati da oltre 200 impianti di controllo dei treni (ICT) lato infrastruttura della rete svizzera a scartamento normale. Questi dati possono essere ottenuti in alta qualità, dai gestori dell'infrastruttura (GI) ed essere utilizzati per accertare lo stato di diversi componenti dei carri rilevanti per la sicurezza. Ai fini dell'attribuzione automatica dei dati, il detentore deve dotare i propri carri di un tag RFID. Questa soluzione si contraddistingue per una rapida realizzabilità e un buon rapporto costi-benefici.
- Oggi è possibile installare sui carri merci il monitoraggio di bordo autonomo. Il detentore deve realizzare l'intero sistema con componenti di bordo e analisi a livello di sistema. Questa soluzione è attuabile entro un termine utile, ma richiede cospicui investimenti che variano a seconda della quantità di dati da rilevare. Le criticità risiederanno nella qualità dei dati e nell'affidabilità dei sensori installati. Il detentore deve garantire che l'equipaggiamento aggiuntivo installato sia sorvegliato e sottoposto a manutenzione durante l'esercizio.
- L'utilizzo dell'equipaggiamento DAC 4 per il monitoraggio di bordo sui carri merci consente di realizzare sinergie: l'approvvigionamento di energia elettrica e i sistemi per la trasmissione dei dati del DAC 4 possono infatti essere utilizzati per il monitoraggio di bordo. L'implementazione a livello dell'intera flotta avverrà però

soltanto dopo la conclusione della migrazione al DAC 4. Le specifiche dovranno essere elaborate nell'ambito dell'EDDP.

Processo odierno: i carri merci sono oggi sottoposti a una manutenzione basata sulle scadenze. In genere, un carro merci viene inviato ogni sei anni a uno stabilimento di manutenzione certificato per tutti gli interventi del caso. Ciò presuppone che durante l'intervallo d'esercizio i componenti rilevanti per la sicurezza funzionino in modo sostanzialmente ineccepibile e non superino i rispettivi limiti di usura. Se un singolo carro raggiunge un limite di usura durante l'esercizio, il personale in loco deve rilevarlo durante i controlli d'esercizio periodici; il carro deve quindi essere escluso dalla composizione e inviato a riparare.

Benefici del DAC: la manutenzione dei carri basata sullo stato da un lato contribuisce a migliorare l'affidabilità dell'esercizio, in quanto sono necessari meno interventi di riparazione dei danni durante l'esercizio, e dall'altro può essere meglio adattata all'intensità di utilizzo dei carri. L'intervallo di utilizzo dei componenti può essere ottimizzato in maniera sistematica mediante i dati a disposizione, traducendosi in una riduzione dei tempi non produttivi e un utilizzo più intensivo dei carri.

Approntamento di informazioni per la logistica

Funzionamento: informazioni in tempo reale sull'ubicazione attuale e sullo stato di una spedizione sono imprescindibili per una moderna impresa di logistica, vengono abitualmente usate nel traffico stradale e sono in parte implementate nel traffico merci attraverso la localizzazione dei singoli carri. Da un lato, ciò riveste grande importanza per la pianificazione dei trasporti nelle catene di trasporto multimodale; dall'altro, i clienti si aspettano oggi previsioni affidabili sui tempi di consegna concreti delle loro spedizioni. Secondo il principio del just-in-time, la catena di fornitura deve essere perfettamente allineata con il piano di produzione. Il trasporto in sé rappresenta solo una piccola parte, che deve però funzionare in maniera affidabile e puntuale. Le informazioni sull'ubicazione del carico sono importanti dal punto di vista economico soprattutto in caso di perturbazioni.

Processo odierno: i dati forniti dalle ferrovie alle imprese di logistica sui tempi di consegna concreti dei carichi sono insufficienti. Spesso i trasporti sono in ritardo per ragioni tecniche legate all'orario e le informazioni fornite sui ritardi sono insufficienti.

Benefici del DAC: le informazioni sull'ubicazione sono sempre disponibili per tutti i carri. Grazie all'affidabilità dei dati sulla consegna, le imprese di logistica possono pianificare le loro attività con anticipo e in maniera affidabile. I clienti possono informarsi durante il trasporto sulla data di consegna prevista e pianificare così le loro attività in modo efficiente.

2.2 Componenti tecnici per l'adeguamento dei veicoli

Per rendere possibili le applicazioni di cui sopra, occorre apportare tutta una serie di adeguamenti / trasformazioni ai veicoli esistenti. Per poter impiegare liberamente il materiale rotabile, le interfacce devono essere compatibili. Secondo le specifiche

del DAC, ciò comporta un'attività preparatoria di engineering per ogni tipo di carro. Da un lato, l'engineering meccanico deve garantire l'idoneità della struttura dei carri alla trasmissione delle forze attraverso il respingente centrale anziché quelli laterali: questa condizione deve essere esplicitamente verificata, anche se molti veicoli sono dotati del vano d'installazione definito dall'UIC negli anni Settanta e dovrebbero essere progettati anche per la trasmissione delle forze. Inoltre bisogna definire e realizzare le testate / piastre di spinta o altri elementi di fissaggio necessari per l'accoppiamento automatico (se del caso, in funzione del tipo di carro). Per l'integrazione elettrica occorre prevedere le sedi di installazione dei componenti e i relativi cablaggi e tubature. Le modalità di adattamento delle singole applicazioni al rispettivo tipo di veicolo, per esempio in relazione alla configurazione dei sensori, devono essere definite nell'ambito dello sviluppo sistemico dei componenti.

L'equipaggiamento tecnico dei carri è costituito dai seguenti elementi:

- accoppiamenti automatici digitali DAC con pacchetto elastico e dispositivo di sganciamento elettrico;
- adattatore della condotta del freno pneumatico per il collegamento al DAC;
- tubature (per il passaggio dei cavi elettrici);
- cavi per la corrente elettrica e il flusso di dati;
- apparecchiatura di bordo per l'elaborazione locale dei segnali dei sensori e come punto nodale di comunicazione;
- trasformatore per l'alimentazione di tensione ai carri e una batteria tampone;
- sensori, attuatori ed eventualmente valvole per le funzionalità definite.

Anche le locomotive dovranno essere a loro volta equipaggiate come segue:

- accoppiamenti ibridi automatici digitali. Almeno all'inizio della fase di migrazione, le locomotive dovranno essere in grado di trainare sia treni con il DAC sia treni con accoppiamento a vite;
- approntamento dell'approvvigionamento di energia;
- nodi di comunicazione e display / tablet come interfaccia con il convoglio
- accoppiamenti di manovra per piccole locomotive dei proprietari di binari di raccordo e/o carri di accoppiamento.

Dai progetti pilota sinora condotti e dalle trasformazioni già effettuate è emerso che la complessità e gli oneri legati alla trasformazione non sono comparabili per tutti i veicoli. Idealmente, i veicoli dovrebbero essere predisposti per il DAC o equipaggiati direttamente già al momento della costruzione. L'onere per l'equipaggiamento successivo dei veicoli esistenti dipende in larga misura dalla struttura del veicolo e dalle esatte caratteristiche del vano d'installazione.

2.3 Quantità di veicoli da adeguare

Nel complesso, in Europa si contano circa 450 000 carri merci. In Svizzera sono circa 18 000 i carri da equipaggiare e trasformare di conseguenza per la variante con TCCI. A questi si aggiungono circa 520 locomotive di linea e di manovra. La base è costituita a livello europeo dai veicoli iscritti nel rispettivo registro di immatricolazione nazionale, indipendentemente da dove vengono impiegati. A seconda del mandato, è infatti possibile un impiego transfrontaliero. Per esempio, FFS Cargo ha contratti di locazione a lungo termine per carri immatricolati in Germania; per contro, i carri del traffico transfrontaliero percorrono molti più chilometri nei Paesi esteri confinanti,

sebbene siano immatricolati in Svizzera. Poiché le prestazioni dei carri si compensano più o meno a vicenda, l'immatricolazione può fungere da criterio per un cofinanziamento statale. Tale approccio è stato adottato anche per il risanamento fonico dei carri merci realizzato negli scorsi anni.

Il rilevamento a livello dell'intera rete dei carri merci e delle locomotive da adeguare è complesso e richiede la considerazione dei seguenti aspetti:

- carri merci di età diversa (anno di costruzione 1957-2021) con caratteristiche tecniche di base di volta in volta differenti;
- locomotive di età diversa (anno di costruzione 1938-2022) con caratteristiche tecniche di base di volta in volta differenti;
- circa 40 diversi tipi di carro, con sottogruppi supplementari dovuti a modifiche successive e adeguamenti individuali;
- circa 20 diversi tipi di locomotive;
- maggiore o minore facilità di adeguamento dei veicoli;
- materiale rotabile che sarà venduto o messo fuori servizio nei prossimi anni e veicoli nuovi che saranno messi in servizio durante la fase di migrazione;
- veicoli che non escono dall'area industriale e che possono essere trasformati in modo conveniente mediante un accoppiamento ausiliario;
- confronto di tutti i veicoli iscritti nel registro di immatricolazione con i detentori di veicoli dichiarati;
- dati non uniformi o incompleti a causa del cambio di detentore o di altre circostanze.

Il numero complessivo di veicoli che ne risulta è stato ristretto applicando i seguenti criteri di selezione:

- i carri messi in esercizio prima del 1995 non saranno presi in considerazione, già che dovranno essere sostituiti da carri di nuova costruzione durante la fase di migrazione;
- per giustificare l'investimento, le locomotive dovranno restare in servizio per almeno cinque anni dopo la migrazione;
- locomotive, macchinari da costruzione su rotaia e carri delle imprese infrastrutturali saranno calcolati separatamente.

Nella variante senza TCCI il numero di carri diminuirebbe di circa 3000 unità. Sebbene si tratti di una cifra a prima vista esigua, va tuttavia considerato che nel traffico transfrontaliero la sola Hupac impiega 4800 carri, quindi poco meno dei 5500 carri impiegati dall'intero TCCI in Svizzera. Inoltre, anche escludendo il TCCI non potranno essere eliminati tutti i carri, in quanto molti sono impiegati anche nei trasporti in treni completi. A ciò si aggiunge che una parte del TCCI attuale, per esempio i trasporti di cemento, sarà comunque mantenuta. Tali trasporti e i relativi carri verrebbero integrati nel trasporto in treni completi. La quantità del materiale rotabile da adeguare potrebbe inoltre cambiare in base alla durata della migrazione o anche in caso di modifica dei modelli aziendali delle imprese.

Nell'ambito dell'infrastruttura e dei binari di raccordo, gli impianti dovranno essere adattati all'esercizio con il DAC. Tale adattamento riguarda da un lato i numerosi paraurti, che necessitano anche di un punto di battuta per l'accoppiamento a respingente centrale. Attualmente, i paraurti vengono già montati nella nuova forma

nell'ambito dei normali acquisti sostitutivi. Sui binari di raccordo sono circa 2500 i paraurti da equipaggiare di conseguenza.



Figura 6: Paraurti moderno (fonte: Bahnbilder.de)

2.4 Benefici

A trarre beneficio dall'automazione pianificata a livello dell'intero sistema del traffico merci su rotaia saranno sia le ITF, sia i detentori di veicoli e i GI. In futuro le imprese di logistica potranno contare su prestazioni più elevate e una migliore pianificabilità da parte del settore ferroviario. In una prospettiva generale, la migliore produttività avrà ripercussioni positive sull'economia nazionale. Si potranno così ottenere benefici rilevanti ed effetti positivi lungo la catena del valore aggiunto.

Benefici per le imprese di trasporto ferroviarie

Il beneficio maggiore si avrà nell'esercizio quotidiano e riguarderà in particolare il TCCI con i suoi diversi processi di scomposizione e nuova formazione dei treni. In tale contesto vanno menzionati, da un lato, i punti di servizio sull'intero territorio nazionale (binari di raccordo, stazioni di ricevimento e di formazione) e, dall'altro, le procedure ad alta intensità di lavoro nelle stazioni di smistamento (cfr. «Benefici per i GI» nel capitolo seguente).

Le leve principali per i risparmi operativi sono rappresentate dal processo di accoppiamento stesso (tempi di processo e di percorrenza) e anche, in particolare, dalla preparazione dei treni (inserimento dell'elenco dei treni, esecuzione della prova dei freni, svolgimento del controllo tecnico dei carri). Conformemente alle prescrizioni sulla circolazione dei treni, la prova dei freni e il controllo tecnico dei carri nei treni di nuova formazione devono essere eseguiti su ciascun carro prima della partenza oppure giornalmente nel caso di treni non modificati. Nella pratica, ciò significa che un carro nel TCCI sarà normalmente controllato più volte al giorno. Il potenziale di

risparmio di tempo può essere per esempio illustrato sulla scorta di una tipica corsa di servizio che attraversa più punti di servizio nell'ambito della consegna e del ritiro. In tale contesto sono stati calcolati i possibili risparmi per i processi di accoppiamento e di preparazione dei treni.

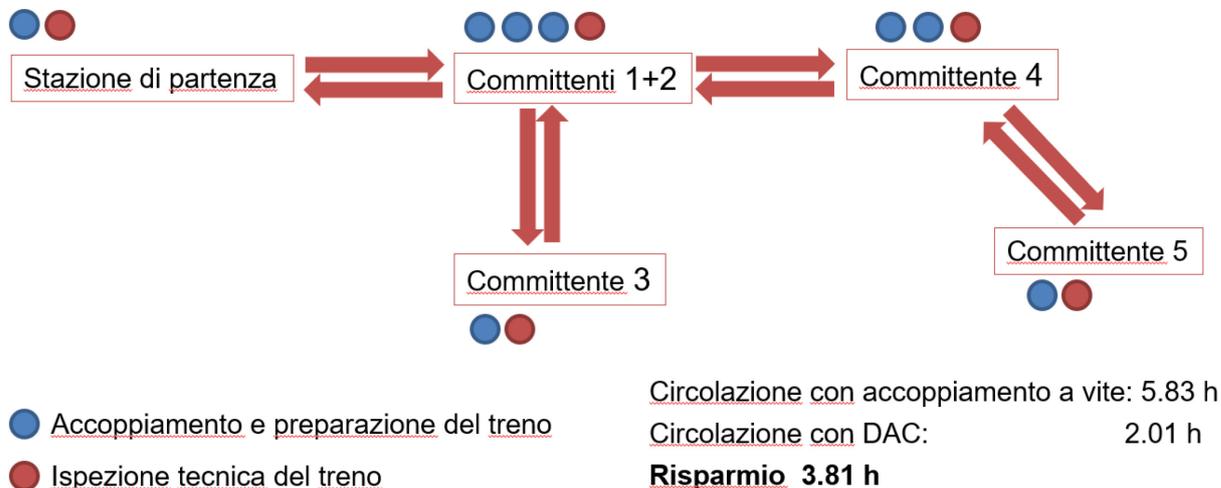


Figura 7: Esempio di benefici nel programma di riferimento per il TCCI (fonte: UFT)

A causa dell'eterogeneità del panorama operativo e dei numerosi processi speciali (come ad es. gli scambi a mano o altri elementi a comando manuale nel perimetro della clientela) che non potranno essere tutti modificati in una prima fase, i risparmi realizzabili saranno inizialmente inferiori a quelli della corsa di servizio menzionata. Nei treni completi il processo di accoppiamento in sé riveste un ruolo piuttosto secondario. Qui i risparmi riguarderanno soprattutto la preparazione dei treni (prova dei freni, controllo tecnico dei carri ecc.).

Oltre ai risparmi diretti, vi è tutta una serie di benefici supplementari che devono essere ancora quantificati in via definitiva e che è necessario includere nelle considerazioni:

- riduzione dei tempi di preparazione dei treni: i treni potranno così essere licenziati più velocemente e i tempi complessivi della catena di trasporto si accorceranno. Da un lato i risparmi in termini di tempo potranno tradursi in un'offerta più allettante per la clientela e dall'altro le risorse resteranno vincolate meno a lungo e potranno così effettuare più rotazioni;
- aumento del peso rimorchiato anche del 17,5 per cento, in quanto l'accoppiamento supporterà carichi più elevati;
- aumento della sicurezza nel settore della manovra, in quanto non si dovrà più «passare in mezzo ai carri»;
- soppressione dei profili professionali meno allettanti per i quali si registra già oggi una carenza di personale. Potranno essere offerti profili professionali più interessanti al fine di soddisfare la domanda esistente già oggi.

Benefici per i GI

Alcuni dei benefici principali del DAC e della digitalizzazione riguarderanno l'infrastruttura, ma i GI devono ancora quantificarli. Anche qui si distingue tra benefici diretti, che subentreranno contestualmente all'introduzione (in particolare nelle grandi stazioni di smistamento gestite dall'infrastruttura), e benefici supplementari. Inoltre il DAC rappresenta un fattore decisivo anche per lo sviluppo in prospettiva dell'infrastruttura.

Per i benefici diretti nelle stazioni di smistamento è importante comprendere che già negli anni Settanta le logiche di comando erano progettate per l'impiego pianificato degli accoppiamenti automatici. Oggi, una stazione di smistamento moderna è un impianto altamente automatizzato le cui prestazioni possono essere ulteriormente incrementate per mezzo del DAC.

Qui si possono infatti realizzare grandi risparmi in termini di personale di servizio grazie al passaggio elevato di carri e agli impianti già orientati all'automazione. Le stazioni di smistamento, in virtù della loro posizione centrale nella rete, sono il luogo perfetto per raggruppare le fasi di automazione e sfruttare gli impianti in modo ottimale.

L'infrastruttura beneficia soprattutto dei processi più rapidi, grazie ai quali i binari nelle stazioni di smistamento si liberano più frequentemente consentendo di licenziare un maggior numero di treni sugli stessi impianti. È così possibile realizzare risparmi sui costosi ampliamenti delle stazioni di smistamento o rimandarli. Ciò vale in egual misura per i gestori degli impianti di trasbordo per il traffico combinato (TC).

In futuro rivestiranno grande importanza anche altri benefici indiretti:

- controllo dell'integrità del treno: la connessione dati sul treno consente una sorveglianza continuativa dell'integrità del treno, che costituisce a sua volta un presupposto importante per l'ETCS di livello 3 (circolazione con intervallo di blocco variabile) e per la rinuncia, in una prospettiva di lungo termine, agli impianti d'annuncio di binario libero;
- maggiore potenza frenante grazie ai freni EP: un freno EP computabile può consentire di ottenere categorie di freno migliori anche nel traffico merci, con ripercussioni positive anche sul grado di utilizzo della rete;
- Autonomous Train Operation (ATO): l'ATO è immaginabile solo in un treno merci in grado di autosorvegliarsi almeno in relazione ai parametri essenziali come il controllo dello sviamento e l'integrità del treno.

Benefici per i detentori di carri

I vantaggi per i detentori di carri derivano soprattutto dalle molteplici possibilità legate al futuro utilizzo della digitalizzazione. I dati relativi allo stato del veicolo, alla posizione in tempo reale e al carico sono sempre disponibili in formato digitale. Ciò consente l'integrazione digitale dei movimenti dei carri nei restanti processi aziendali, con conseguenti ottimizzazioni senza discontinuità del supporto che interesseranno anche l'assistenza ai clienti e la contabilità.

Nell'ambito della prevista intensificazione delle rotazioni dei carri, potranno essere automatizzate anche la sorveglianza dello stato e la pianificazione della manutenzione. La trasmissione automatizzata dei dati fornirà informazioni correnti sullo stato dei carri, in modo che questi vengano inviati in officina solo ai primi cenni di usura o di guasto dei componenti. Inoltre, diminuiranno le esclusioni non pianificate dei carri durante l'esercizio a causa di difetti riscontrati spontaneamente, in quanto i dati disponibili consentiranno di pianificare per tempo gli interventi di manutenzione. Aumenteranno così la disponibilità e l'affidabilità dei carri, poiché da un lato diminuirà il numero di carri fermi e dall'altro la manutenzione sarà meglio pianificabile.

3 Collaborazione con l'Europa e interoperabilità

La digitalizzazione e l'impiego di nuove tecnologie nel traffico merci su rotaia sono le basi riconosciute a livello europeo per una mobilità sostenibile e competitiva nel trasporto di merci. È altresì riconosciuto che a tale scopo occorre un processo coordinato con tutte le ferrovie europee, in quanto i carri, a seconda degli ordini dei clienti, circolano liberamente e in modo flessibile in tutta Europa. Ciò vuol dire che le funzionalità e tutte le specifiche tecniche e i processi d'esercizio devono essere definiti senza discriminazioni in modo che tutte le funzioni digitali siano garantite in ogni convoglio e che i veicoli e i rispettivi processi d'esercizio siano tra loro compatibili.



Figura 8: Accoppiamento Scharfenberg con condotta del freno integrata (fonte: FFS Cargo)

Le future specifiche tecniche e operative devono essere elaborate e specificate nelle norme europee comuni per il traffico ferroviario. Le necessarie procedure di omologazione di ordine superiore devono essere concordate con le autorità nazionali sotto la guida dell'Agenzia ferroviaria europea ERA e stabilite in modo uniforme a livello transfrontaliero. Le vecchie prescrizioni nazionali dovranno pertanto essere soppresse, per lasciare posto a un nuovo sistema ferroviario europeo uniforme. Anche se il DAC e le applicazioni digitali nel traffico merci su rotaia rappresentano un terreno completamente nuovo, esistono specifiche valide definite dal CENELEC (Comitato europeo di normazione elettrotecnica) che possono ormai essere adottate anche nel traffico merci. Particolare attenzione deve essere rivolta alla standardizzazione delle interfacce, in modo che i diversi offerenti sul mercato possano fornire prodotti compatibili tra loro. I ruoli nel processo di omologazione

tra industria, detentori di carri e ITF devono essere definiti in modo chiaro e il DAC stesso deve essere certificato come componente delle specifiche tecniche di interoperabilità (STI). A tal fine l'ERA ha già avviato i processi con il pacchetto di modifiche STI 2022.

L'UE sostiene progetti di ricerca e innovazione nel settore ferroviario. Shift to Rail (S2R) ha rappresentato la prima tappa di questo vasto programma di sostegno (2015-2021); qui il DAC rivestiva ancora un ruolo secondario. Nella fase di transizione tra S2R e il programma successivo ERJU, i rappresentanti del settore si sono riuniti e hanno dato vita al programma EDDP, ampiamente autofinanziato. Scopo dell'EDDP è, da un lato, definire le specifiche tecniche del DAC e, dall'altro, portare avanti attivamente i pacchetti di lavoro «migrazione europea», «business case di ordine superiore» e «finanziamento». Nel frattempo il programma ERJU è prossimo all'avvio ufficiale e il volume complessivo del progetto per lo sviluppo e la standardizzazione del DAC è stimato a circa 80 milioni di euro. Poiché l'ERJU è un progetto puramente tecnico, l'EDDP sarà mantenuto per portare avanti i temi della migrazione e del finanziamento.

La Svizzera, rappresentata in questi comitati dall'UFT, da FFS Cargo e dall'Unione internazionale proprietari di carri privati UIP, fa valere attivamente i propri interessi e contribuisce con le sue esperienze al processo di sviluppo e all'adozione di decisioni. Nel settembre 2021 è stato per esempio adottato in tutta Europa l'accoppiatore Scharfenberg già utilizzato da FFS Cargo (cfr. fig. 10), sulla cui base saranno prese ulteriori decisioni in merito alla tecnica da impiegare per le linee dati ed elettriche. Anche qui la Svizzera partecipa attivamente con la tecnologia Power Line Plus per la trasmissione dei dati. L'obiettivo comune consiste nel mettere a punto entro il 2026 soluzioni tecniche omologate e pronte per il mercato per il DAC e i componenti di automazione.

4 Programma di migrazione

Per l'introduzione del DAC la migrazione rappresenta, insieme al finanziamento, la sfida più difficile. I carri con DAC e quelli con accoppiamento a vite non sono compatibili tra loro e pertanto non possono essere agganciati direttamente. Equipaggiare tutti i carri con accoppiamenti ibridi non è possibile per via dell'elevata complessità e del mancato rispetto del cosiddetto «rettangolo di Berna» (lo spazio libero tra i carri per consentire all'operatore di manovra di agganciare e sganciare l'accoppiamento a vite) che metterebbe a repentaglio la sicurezza del personale. Inoltre, la conversione richiederebbe tempi molto lunghi senza che si possa trarre un beneficio immediato dal DAC. I comitati europei competenti hanno pertanto deciso di rinunciare all'adozione di una variante ibrida.

4.1 La migrazione dal punto di vista della Svizzera

a) Tipi di trasporto

La Svizzera possiede un traffico interno forte, che interagisce anche strettamente con l'estero nei trasporti dedicati. Ai fini di un programma di migrazione globale, serve una considerazione integrale del TCCI, del TC e dei treni completi a livello, rispettivamente, di traffico di importazione/esportazione e traffico di transito. In tale contesto occorre tener conto del fatto che una parte del traffico di importazione/esportazione della Svizzera è gestita nell'ambito del TCCI e che

alcuni carri possono anche essere scambiati tra i treni completi e il TCCI. In linea di principio, i carri dei trasporti in treni completi possono però essere sostanzialmente migrati separatamente dal TCCI. Lo stesso vale per molti treni del traffico di transito, che possono essere convertiti indipendentemente dalla migrazione a livello europeo. Per il traffico di importazione/esportazione occorre riservare una fase specifica nell'ambito del TCCI (maggiori informazioni più sotto)

b) Focus sul TCCI

La migrazione avrà inizio da treni e gruppi di carri gestiti in trasporti chiaramente definiti e isolati (ad es. La Posta, Coop, trasporti di ghiaia, TC interno, ecc.). Successivamente la migrazione potrà essere portata avanti con diverse varianti³. In ogni caso bisognerà allestire un programma di migrazione dettagliato, adattato ai singoli clienti e carri.

La variante più rapida sarebbe il cosiddetto «big bang», che al momento rappresenta l'opzione preferita dall'EDDP: tutti i carri del TCCI (ca. 5500) dovrebbero essere adeguati e messi direttamente in circolazione in un lasso di tempo molto breve (ad es. 1-2 settimane). Il grande vantaggio di questa variante consiste nel fatto che si potrebbe rinunciare in gran parte all'esercizio parallelo di treni con accoppiamento a vite e treni con accoppiamento automatico; d'altro canto sussistono però preoccupazioni non trascurabili riguardo alla fattibilità nell'esercizio corrente. Inoltre servirebbe un lungo periodo di preparazione per effettuare la costosa fase di predisposizione dei veicoli, prima di poterli infine dotare del nuovo accoppiatore e mettere in servizio.

Altri programmi di migrazione prevedono una conversione per settori o anche per clienti, suddivisa rispettivamente in 7 e 12 fasi, in ogni caso riservando l'ultima al traffico di importazione/esportazione che potrà essere convertito solo contestualmente alla migrazione in Europa.

Per lo scenario di conversione più efficiente occorre ponderare e ottimizzare tutta una serie di fattori, quali:

- un periodo di migrazione quanto più breve possibile: circa 3-5 anni (ad es. 2025-2030);
- elevata qualità per la clientela (possibilmente nessuna interruzione dell'offerta);
- risorse disponibili nelle officine e nell'esercizio;
- livello possibilmente basso dei costi dovuti alle inefficienze durante il periodo transitorio;
- capacità dell'infrastruttura (tracce per treni di sdoppiamento e impianti per il ricovero del materiale rotabile);
- strategie dei detentori di veicoli (coordinamento dell'impiego di carri e nuovi acquisti);
- migrazione graduale in funzione dello stadio di sviluppo del DAC (AC2 → DAC4).

Dal punto di vista attuale e sulla base delle simulazioni effettuate, la migrazione in 12 fasi scaglionata per clienti risulta essere la più vantaggiosa. Essa consente, da un lato, di maturare rapidamente esperienze pratiche nelle prime fasi e sfruttarle

³ Secondo un'analisi condotta da FFS Cargo alla luce delle condizioni quadro nel TCCI (capacità e modus operandi delle stazioni di smistamento, disponibilità di tracce e condizioni nelle stazioni «team» e nei punti di servizio).

per i lavori successivi e, dall'altro, di utilizzare in modo ottimale le capacità disponibili delle officine grazie allo scaglionamento. Il rischio legato alla conversione può inoltre essere ridotto, in quanto le singole fasi sono facili da monitorare. Lo svantaggio principale di questa variante consiste nel fatto che la migrazione completa si snoda su un periodo di circa 4-5 anni, con costi dovuti alle inefficienze causate dall'esercizio parallelo durante la conversione tendenzialmente più elevati. Per contro, si risparmierebbe sui cospicui investimenti preliminari i cui benefici si manifesterebbero solo dopo diversi anni. Nell'ambito dell'ulteriore pianificazione e definizione dei dettagli, le varianti saranno nuovamente sottoposte a un'analisi critica e ponderate alla luce dei fattori di cui sopra.

c) Condizioni

Prima di essere avviata, la migrazione deve essere preparata adeguatamente. Per esempio, bisognerà finalizzare l'engineering per i tipi di carri interessati dalla rispettiva fase, completare ed esaminare i dossier di prova per l'omologazione e concludere i controlli ufficiali. La pianificazione dovrà essere elaborata fino al livello di orario. Bisognerà garantire le capacità necessarie per la trasformazione e preparare l'adeguamento / il montaggio degli accoppiatori. Inoltre servirà un solido piano per lo svolgimento del traffico di importazione/esportazione, in quanto è possibile che all'avvio della migrazione in Svizzera quella europea non sarà ancora iniziata. Il personale ferroviario di tutte le imprese coinvolte dovrà essere istruito e testato prima che i treni DAC entrino in servizio.

4.2 Dipendenza dall'Europa

Le soluzioni tecniche definite nell'UE dovranno essere implementate anche in Svizzera. Concretamente, ciò significa che le soluzioni e le specifiche sviluppate nel quadro dell'ERJU saranno vincolanti anche in Svizzera:

- la Svizzera riceverà queste specifiche senza scostamenti;
- le specifiche e le descrizioni dei processi si tradurranno nell'UE in STI aggiornate;
- la Svizzera riceverà le regolamentazioni nell'ambito dell'attuazione autonoma (accordo sui trasporti terrestri, allegato 1);
- i regolamenti sovrani in vigore a livello nazionale dovranno essere adattati;
- durante la rielaborazione saranno colte le opportunità di snellimento delle norme.

In base a questo principio, la dipendenza dall'UE è significativa, in quanto la migrazione in Svizzera potrà essere avviata in modo capillare solo dopo che saranno state ultimate le specifiche tecniche relative al DAC e l'UE avrà adottato una decisione di principio positiva sulla sua introduzione. Sebbene si stia lavorando alacremente a questo tema, esso comporta tutta una serie di incertezze dovute alla quantità di partner coinvolti.

Una nota positiva è rappresentata dal fatto che, in virtù dell'elevata autonomia di parti importanti del TCCI, nel traffico interno della Svizzera la migrazione potrà essere avviata e realizzata anche prima di quella europea. Quest'ambito non è infatti soggetto ad alcun vincolo temporale. Anticipando i tempi della migrazione in Svizzera

si potrebbero anche ottenere vantaggi nella realizzazione, come per esempio una maggiore disponibilità di materiali e veicoli presso i produttori.

5 Gestione dei rischi

Una migrazione sistemica del traffico merci al DAC comporta rischi significativi che dovranno essere via via esaminati con la massima attenzione dai responsabili delle decisioni. All'interno del progetto è stata pertanto esplicitamente istituita una gestione dei rischi che si occupa correntemente dei rischi sistemici rilevanti. Poiché la Svizzera è strettamente integrata nella rete europea e, di conseguenza, può prendere in considerazione solo soluzioni tecniche che possano essere attuate a livello europeo, esiste una dipendenza dall'andamento dei lavori in Europa. È vero che esiste una stretta collaborazione nel cui ambito la Svizzera ha finora fornito un prezioso contributo, ma essa rimane comunque un partner fra tanti.

I rischi rilevanti sono mostrati nella seguente matrice:

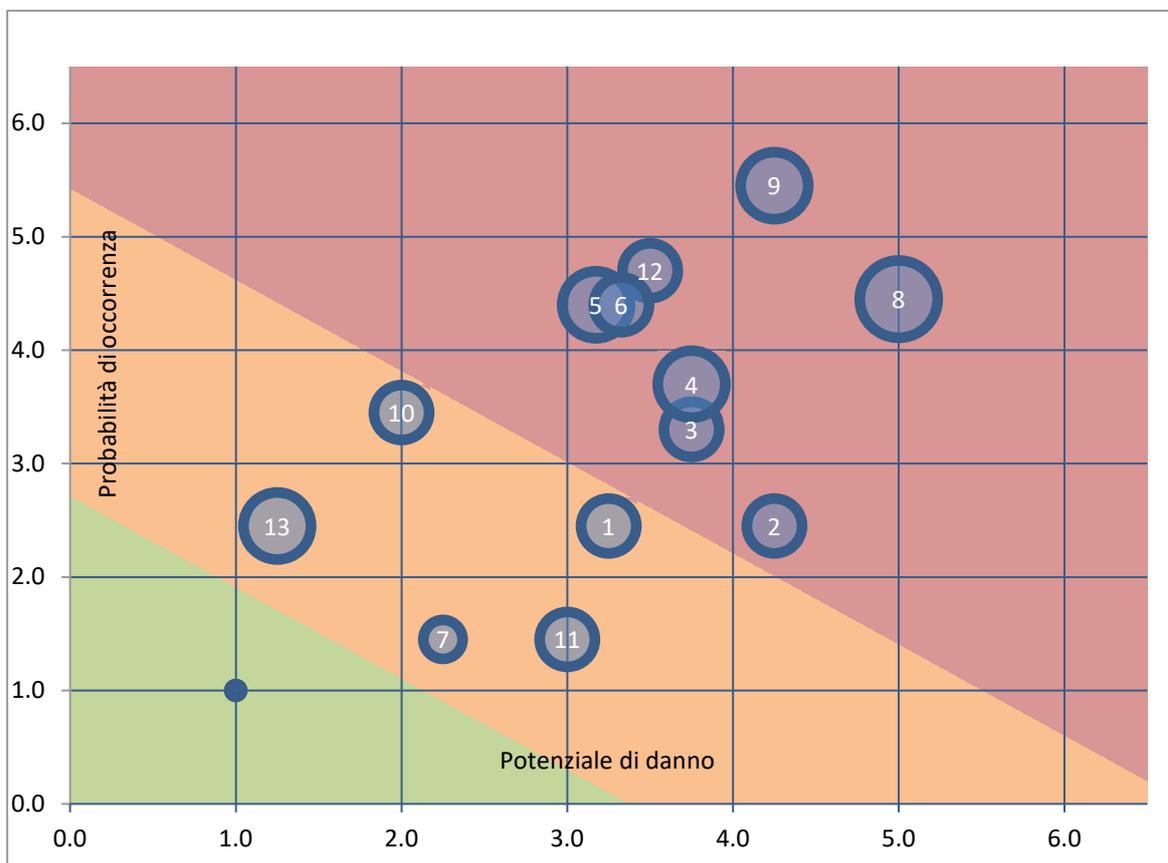


Figura 9: Matrice di rischio

Rischi:

- 1 Insufficiente qualità dei dati per l'importo dell'investimento e la migrazione.
- 2 Importo dell'investimento non verificabile a causa di tutti i fattori di costo rilevanti.
- 3 Prolungata interruzione del sistema CH/UE.
- 4 Insufficiente armonizzazione EDDP/ERJU.
- 5 Ritardi nel raggiungimento della maturità tecnica del DAC.

- 6 Mancata approvazione delle norme STI corrispondenti.
- 7 Problemi nell'approntamento dei componenti infrastrutturali necessari durante il periodo transitorio.
- 8 Incertezze legate al finanziamento dell'UE.
- 9 Mancanza di una strategia di migrazione dell'UE.
- 10 Crescente titubanza all'interno del settore ferroviario e tra i partner dell'industria.
- 11 Decisione politica a sfavore del TCCI.
- 12 Temporanea perdita dell'interoperabilità.
- 13 Problemi legati al peso delle locomotive durante il periodo transitorio.

Qui di seguito sono illustrati brevemente i rischi principali.

Rischio 8: Incertezze legate al finanziamento dell'UE

L'introduzione del DAC in tutti i Paesi europei richiede un finanziamento sufficiente ed equilibrato, che sia condiviso da tutti gli attori in Europa. L'EDDP sta elaborando al riguardo una proposta da sottoporre ai partner del progetto, alla Commissione europea e agli Stati membri e che dovrà essere discussa e approvata in tempo utile.

Rischio 9: Mancanza di una strategia di migrazione dell'UE

Una migrazione a livello dell'UE potrà avvenire solo dopo che saranno state chiarite le questioni legate al finanziamento. Inoltre vi sono ancora domande in sospeso che riguardano la durata, nonché la successione delle fasi e le priorità della migrazione. I pertinenti lavori in seno all'EDDP non sono ancora conclusi. Poiché il traffico merci è interconnesso a livello internazionale, armonizzazioni insufficienti o interpretazioni divergenti rappresentano un ostacolo per una migrazione che presuppone il mantenimento delle prestazioni del traffico merci su rotaia durante il periodo transitorio.

Rischio 12: Temporanea perdita dell'interoperabilità

Strategie di migrazione non sufficientemente armonizzate possono determinare una temporanea perdita dell'interoperabilità. Ciò si traduce, di norma, in un calo della capacità, un aumento dei costi e una minore qualità nel traffico merci internazionale su rotaia, ma anche in restrizioni all'impiego dei singoli tipi di carri a seconda dello stadio di adeguamento. In tale contesto occorre sviluppare scenari in cui l'impiego del DAC possa essere avviato il prima possibile senza indebolire il sistema durante il periodo transitorio. Anche i rischi 5 (Ritardi nel raggiungimento della maturità tecnica del DAC) o 6 (Mancata approvazione delle norme STI corrispondenti) si inseriscono nel solco di queste riflessioni.

6 Conclusioni

Combinando l'automazione e la digitalizzazione in un'unica fase si genereranno benefici sostanzialmente maggiori rispetto all'introduzione del solo accoppiamento automatico meccanico. Ciò in quanto la digitalizzazione aumenta sensibilmente il risparmio di tempo e di risorse garantito dall'accoppiamento automatico,

rendendolo interessante non solo per il TCCI ma anche per i treni completi. In particolare grazie ai risparmi nella preparazione dei treni, agli effetti in termini di capacità per l'infrastruttura e alla possibilità di digitalizzare gli altri processi e in quanto presupposto imprescindibile per l'ulteriore sviluppo verso l'ETCS di livello 3, al di là del semplice accoppiamento nel TCCI, l'automazione e la digitalizzazione costituiscono la condizione per un radicale rinnovo del traffico merci su rotaia.

Un beneficio centrale oltre agli incrementi di efficienza consiste nell'aumento della sicurezza per il personale di manovra e nella creazione di nuovi e allettanti profili professionali per il traffico merci su rotaia. Già oggi risulta difficile reclutare personale e tale tendenza si acuirà ulteriormente nei prossimi anni, con le imminenti ondate di pensionamenti.

In tale contesto l'«accoppiamento automatico digitale» rappresenta un elemento essenziale, che sarà integrato in tutti i veicoli della rete insieme ai necessari sottocomponenti. Le relative specifiche tecniche dovranno essere applicate in modo uniforme su tutto il territorio europeo. La Svizzera collabora in seno ai comitati corrispondenti, apportando il proprio know-how e facendo valere i propri interessi.

Poiché il DAC e l'accoppiamento a vite tradizionale non sono compatibili, sarà necessaria una strategia di migrazione chiaramente definita che soprattutto non pregiudichi la qualità del traffico merci su rotaia durante il periodo transitorio. Una sfida in tal senso sarà rappresentata dal coordinamento con le risorse dell'infrastruttura e delle officine che si occuperanno dell'adeguamento. Servirà inoltre un coordinamento con gli altri attori coinvolti a livello europeo.

Gli attori europei del settore ferroviario, dell'industria e della politica sono unanimi nel riconoscere la necessità del DAC per l'ulteriore sviluppo del traffico merci su rotaia. Con l'inserimento del DAC nel progetto in consultazione in merito al perfezionamento delle condizioni quadro per il trasporto di merci in Svizzera, la Svizzera è stata il primo Stato a portare la questione sul piano politico.

In seguito ai risultati della procedura di consultazione, il progetto svizzero passerà alla fase di approfondimento il cui obiettivo consiste nel presentare il programma di riferimento e di migrazione al DAC nell'ambito del messaggio.