

## **La ricerca europea per la manutenzione ferroviaria: il progetto EuRoMain.**

Ing. Paolo Umiliacchi – Evaluation Manager del progetto EuRoMain - Centro Nuova Comunicazione – Bologna

Ing. Gianfranco Cau - Trenitalia - Unità Tecnologie Materiale Rotabile - Responsabile treni ETR e a composizione bloccata - Firenze

Sig. Andrea Gatti - Trenitalia - Unità Tecnologie Materiale Rotabile - Firenze

Le ferrovie sono oggi considerate il mezzo di trasporto che più di ogni altro può contribuire a risolvere i problemi di mobilità in Europa e, in generale, nel mondo industrializzato, in modo sostenibile dal punto di vista ambientale. A differenza del trasporto su strada e del trasporto aereo che, nonostante i progressi tecnologici, restano tra le cause principali di inquinamento atmosferico e sono ormai prossimi alla saturazione, il trasporto su rotaia ha ancora ampi margini di crescita ed innovazione, pur mantenendo un impatto contenuto e controllabile sull'ambiente.

Per questo motivo, a fronte di una domanda di trasporto in Europa ancora in forte crescita, l'Unione Europea ha identificato nel potenziamento del sistema ferroviario una delle priorità irrinunciabili per lo sviluppo futuro del continente, finanziando programmi di ricerca che puntano ad obiettivi ambiziosi come l'apertura del mercato, il miglioramento della interoperabilità e della sicurezza, l'incremento della qualità del servizio in termini di regolarità e puntualità e la realizzazione della rete ferroviaria trans-europea<sup>1</sup>. Il nuovo ruolo strategico delle ferrovie nella futura rete di trasporti europea riscatta queste ultime dalla trascuratezza che il settore ferroviario ha senza dubbio subito per molti decenni.

Per supportare tale ruolo e realizzare efficacemente tali obiettivi, il sistema ferroviario necessita di migliorare tutti i settori della sua organizzazione, traendo il massimo ausilio dalle tecnologie più avanzate. Non a caso un rinnovamento dell'infrastruttura e dell'organizzazione ferroviaria è già in corso da tempo in vari paesi europei, anche se con tempi e modalità diverse.

Un settore particolarmente importante, su cui si sta concentrando l'attenzione degli operatori ferroviari, è quello della manutenzione, a causa del suo indiscutibile impatto sulle prestazioni, i costi e la qualità del servizio. Tali aspetti costituiranno infatti il "metro di paragone" degli utenti in seguito all'apertura del mercato ferroviario a nuovi soggetti.

E' evidente che i sistemi di manutenzione e le infrastrutture relative non sono attualmente adeguate alle necessità presenti e soprattutto future e che altri modi di trasporto hanno già dimostrato come possa essere ottenuto un livello di efficacia e una ottimizzazione dei processi maggiore tramite l'impiego di tecnologie esistenti o emergenti.

Anche se indubbiamente vi sono tentativi da parte di singoli operatori ferroviari di migliorare gli aspetti manutentivi, solo una azione concertata a livello europeo può portare ad una visione comune e standardizzata che copra tutti gli aspetti di questa area.

Mentre nel passato la maggior parte delle attività manutentive ricadevano sotto la responsabilità degli operatori ferroviari, attualmente vi sono esempi in cui si ha una importante collaborazione da parte delle industrie ferroviarie e degli operatori di manutenzione, soprattutto nel caso di quegli operatori ferroviari meno dotati di impianti e personale adatti a questo scopo.

In ogni caso l'intero processo di manutenzione sarà sempre più caratterizzato da due esigenze entrambe riconducibili all'aspetto economico della gestione del trasporto, ovvero:

---

<sup>1</sup> Si veda il Libro Bianco: "La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte." [COM(2001) 370 def.]

- l' aumento della disponibilità dei veicoli per l'esercizio, con la conseguente riduzione dei veicoli di scorta e della consistenza del parco a parità di offerta;
- la riduzione delle spese di manutenzione.

Nel perseguimento di tale obiettivo vengono sempre più coinvolti non solo i processi manutentivi veri e propri ma anche l'organizzazione, le strutture manutentive ed i rapporti fra il settore manutenzione e gli altri settori aziendali, il che implica una ottimizzazione di sistema complessiva. Il servizio di manutenzione si avvia quindi ad assumere anche nel settore del trasporto una connotazione pienamente aziendale, non più centro di costo ma centro di profitto.<sup>2</sup>

Le soluzioni ora disponibili, basate su protocolli e formati proprietari, non sono compatibili con la nuova organizzazione del mondo ferroviario e dovranno essere modificate sulla base di specifiche standard, in accordo con quanto stabilito dalla Direttiva europea<sup>3</sup> relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario europeo convenzionale.

Mentre infatti al momento i manutentori sono costretti ad usare strumenti specifici per ogni tipo di apparecchiatura, dovendo seguire regole diverse, nei singoli casi, per interpretare correttamente i dati, in futuro ogni addetto alla manutenzione potrà accedere da remoto ad un qualunque dispositivo, ovunque situato, ed ottenere semplicemente tutte le informazioni utili in un formato di immediata comprensione. Ciò richiederà formati di dati e dizionari unificati, come pure una comune infrastruttura di rete. A livello applicativo, anche se già esistono soluzioni parziali, la conformità ad un'architettura comune, in grado di assicurare lo scambio dati, potrà essere garantita solo tramite opportune specifiche standard.

Affrontare il problema di introdurre metodologie e tecnologie innovative nella manutenzione ferroviaria è sicuramente un compito difficile e gravoso, per le sue implicazioni sull'organizzazione, le normative e per gli investimenti necessari, per cui richiede un intervento concertato a livello europeo, al fine di poter realmente produrre una soluzione condivisa e accettata da tutti i paesi.

EuRoMain intende sviluppare tutti gli strumenti e le normative che sono necessarie per portare le ferrovie ad una situazione di stato dell'arte per quanto riguarda i sistemi e l'organizzazione di manutenzione. Il treno intelligente deve essere in grado di raccogliere i dati dalle varie apparecchiature a bordo, in particolare stato e informazioni diagnostiche, per presentarli al personale di bordo, qualora necessario, tramite una opportuna interfaccia uomo-macchina, oppure memorizzarli per utilizzi successivi. Una infrastruttura di comunicazione terra-treno, sviluppata in un precedente progetto<sup>4</sup>, consente lo scambio di dati tra apparati di bordo e sistemi a terra, integrando il treno nella rete ferroviaria come un "segmento mobile" e definendo opportuni schemi e meccanismi di indirizzamento. Infine, specifiche applicazioni di manutenzione, sfruttando l'infrastruttura di base già descritta, permettono la realizzazione dei servizi utili alla manutenzione in modo flessibile ed efficace, facendo ampio uso di tecnologie innovative derivate dal mondo di Internet (ad es. XML, XSL, Schema, SOAP, ...).

Il sistema risultante implementerà il concetto dell'Officina Intelligente, dove dati provenienti in tempo reale dai treni in esercizio e dagli impianti fissi (ad es. sottostazioni o apparati di segnalamento) sono raccolti secondo formati standard ed integrati nelle procedure di manutenzione e diagnostica.

I processi e le metodologie utilizzate per la manutenzione e diagnostica ferroviaria dovranno essere rivisti alla luce di questo flusso di dati in tempo reale. Il monitoraggio remoto delle apparecchiature a bordo consentirà l'avvio del processo manutentivi mentre il treno è ancora in viaggio, segnalando

<sup>2</sup> Si veda l'editoriale dell'AIMAN – Associazione Italiana Manutenzione – Marzo 2004

<sup>3</sup> "Direttiva 2001/16/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 marzo 2001, relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario trans-europeo convenzionale" Official Journal of the European Communities 20/04/2001 (2001/16/EC)

<sup>4</sup> Progetto TrainCom (IST-1999-20096) – Quinto Programma Quadro - [www.traincom.org](http://www.traincom.org)

situazioni di allarme, consentendo diagnosi precise e pianificando le operazioni necessarie, così da ridurre il tempo di fermo del treno ed ottimizzare l'utilizzo dei veicoli. I dati provenienti dalle apparecchiature saranno arricchiti con ulteriori informazioni (ad es. provenienti dai database on-line delle industrie fabbricanti) e memorizzati in un database, facilmente consultabile da parte degli operatori di manutenzione grazie a meccanismi di navigazione. Saranno sviluppate inoltre interfacce verso prodotti software e banche dati esistenti. Statistiche sui guasti potranno ad esempio essere ricavate tramite strumenti di elaborazione (*datawarehouse*), analizzando anni e anni di servizio di una flotta di veicoli. Altri tool potranno aiutare nelle operazioni di diagnostica o di logistica, sempre offrendo accesso ai dati in un modo "amichevole" per l'utente.

EuRoMain intende poi definire alcuni elementi critici, quale è ad esempio il modello generale di business coinvolto nella manutenzione, in corso di preparazione per mezzo di metodi formali, nonché un idoneo dizionario per il settore manutentivo, similmente a quanto avvenuto in altri campi (ad es. aeronautica), che saranno proposti come possibili futuri standard, in collaborazione con altre organizzazioni (UIC, CENELEC, AEIF,...). Il sistema rappresenterà un primo passo verso la realizzazione di una infrastruttura di manutenzione trans-europea, in grado di assicurare la necessaria assistenza a tutti i veicoli ferroviari ovunque sul territorio, e diventando pertanto il sistema di manutenzione unificato necessario per la rete ferroviaria europea globale.

Il progetto di ricerca europeo EuRoMain<sup>5</sup> (European Railway Open Maintenance system – sistema europeo aperto per la manutenzione ferroviaria), avviato da circa un anno nell'ambito del Programma IST (Information Society Technologies – Tecnologie per la società dell'informazione) della Comunità Europea, sta perseguendo l'obiettivo principale di definire e specificare in modo completo un sistema di supporto per la manutenzione ferroviaria.

Il progetto è portato avanti da un consorzio che comprende tutti i principali operatori del settore:

- 1) fornitori di sistemi completi: Bombardier, Alstom, AnsaldoBreda, Ansaldo Trasporti Sistemi Ferroviari, Siemens, CAF
- 2) operatori ferroviari: DB, OBB, RENFE, SNCF, Trenitalia
- 3) produttori di sottosistemi: FAR Systems, Silogic
- 4) fornitori di ICT: ATOS Origin, Laboratori Fondazione G. Marconi

per un totale di 17 partecipanti da 7 diversi paesi.

Recentemente, si sono aggiunte le Ferrovie Ceche (CD) in qualità di partecipante Osservatore.

Dopo aver avviato le proprie attività nell'aprile 2002, il progetto sta attualmente lavorando alla definizione di un sistema di gestione della manutenzione che consenta una maggiore interazione tra apparati di bordo e sistemi di terra, portando ad un servizio caratterizzato da più elevati standard qualitativi e di sicurezza. Il progetto contribuirà ad innalzare il livello di intelligenza presente nei rotabili ferroviari e nelle infrastrutture, incorporando valore aggiunto tramite un'applicazione chiave (la manutenzione) e pertanto meglio giustificando i costi aggiuntivi.

Benché si tratti di un progetto completamente indipendente, EuRoMain prende in considerazione i risultati del progetto TrainCom, che ha verificato preliminarmente l'interesse di operatori ed industrie nel settore della manutenzione. Infatti, uno dei campi di attività di TrainCom è stato quello del "monitoraggio e manutenzione remoti", come una delle applicazioni da implementare sulla base della Infrastruttura di Comunicazione, principale risultato del progetto. In tale campo, TrainCom ha sviluppato gli elementi base di una infrastruttura per la gestione di flotte a scopo manutentivo (detta ROMAIN), ma non ha previsto uno sviluppo completo del sistema e nemmeno una dimostrazione operativa. Sulla base di tale eredità, EuRoMain sta portando avanti alcuni ulteriori obiettivi:

- 1) integrare/completare le attività di TrainCom, considerando l'opinione espressa dagli operatori relativamente agli "elementi base";
- 2) generalizzare i risultati di TrainCom, estendendone gli scopi al sistema ferroviario completo.

---

<sup>5</sup> Progetto EuRoMain (IST-2001-34019) – Quinto Programma Quadro – [www.euomain.org](http://www.euomain.org)

Queste attività richiedono in particolare di considerare le caratteristiche tipiche delle infrastrutture, integrando nella rete di tipo Internet di TrainCom la capacità di mettere in collegamento apparecchiature presenti nelle installazioni fisse con i sistemi di monitoraggio e controllo. In altre parole, si sta specificando una interfaccia verso i sistemi SCADA<sup>6</sup> che consenta, similmente a quanto avviene per le apparecchiature di bordo, il monitoraggio e controllo remoto delle apparecchiature che costituiscono i sistemi di terra.

L'utilizzo di specifiche standard come quelle proposte da TrainCom è essenziale per evitare la proliferazione di soluzioni proprietarie, quando invece un'unica infrastruttura comune può essere in grado di supportare numerose applicazioni diverse, tra cui il sistema di manutenzione.

Ulteriori problemi chiave su cui EuRoMain sta lavorando, sempre avendo ben presenti i problemi della manutenzione ferroviaria, nonché la nuova organizzazione delle ferrovie in Europa, si riferiscono alla standardizzazione, all'interoperabilità, al supporto manutentivo, all'interscambio di dati, alla documentazione tecnica ed alla gestione di flotte.

Il progetto intende completare, integrare ed espandere la definizione di sistema manutentivo, includendo:

- a) standardizzazione di formati e modelli per l'interscambio e l'analisi di dati, il monitoraggio e la diagnostica da remoto;
- b) definizione di regole standard per la produzione, classificazione, memorizzazione e interscambio di documentazione tecnica;
- c) interfacce e specifiche per la gestione della manutenzione e delle configurazioni, l'individuazione dei guasti e l'elaborazione di statistiche;
- d) linee guida condivise e strutture di base per l'applicazione e l'ottimizzazione delle metodologie di manutenzione più avanzate.

I risultati attesi porteranno ad una maggiore interoperabilità e standardizzazione nella manutenzione ferroviaria, incrementando l'integrazione tra veicolo ed infrastruttura. Sono previste implementazioni prototipali, basate anche su sistemi esistenti, al fine di testare e validare i concetti sviluppati da EuRoMain, diffonderne i risultati, mettere in evidenza i benefici ottenibili e favorire un ampio consenso sulle proposte di standardizzazione che vengono portate avanti.

Il progetto è suddiviso in tre diversi campi di attività, così denominati:

EDDN (European Diagnostic Data Network) – rete europea per i dati diagnostici

ETDN (European Technical Documentation Network) – rete europea per la documentazione tecnica

LASI (Logistic Applications Standardisation and Interoperability) – standardizzazione ed interoperabilità delle applicazioni di logistica

#### *European Diagnostic Data Network (EDDN)*

L'obiettivo principale di questo settore di attività è quello di definire gli standard per la scomposizione dei sistemi e l'interscambio dei dati.

Lo scopo è quello di trasferire da ogni parte del sistema ferroviario, opportunamente identificata, ai sistemi di manutenzione tutte le informazioni utili alla diagnostica ed alla pianificazione delle attività manutentive, così da predisporre in anticipo le risorse e gli strumenti necessari.

#### *European Technical Documentation Network (ETDN)*

Questo settore di attività punta alla definizione di standard per la documentazione tecnica in campo ferroviario, rendendola disponibile ovunque essa sia richiesta.

Seguendo le orme dell'industria aeronautica, anche il mondo ferroviario deve dotarsi di standard opportuni per la documentazione tecnica, la quale rappresenta tra l'altro una risorsa primaria per la manutenzione. Le moderne tecnologie consentono di gestire i documenti in formato elettronico,

---

<sup>6</sup> Supervisory Control And Data Acquisition (supervisione, controllo e acquisizione dati).

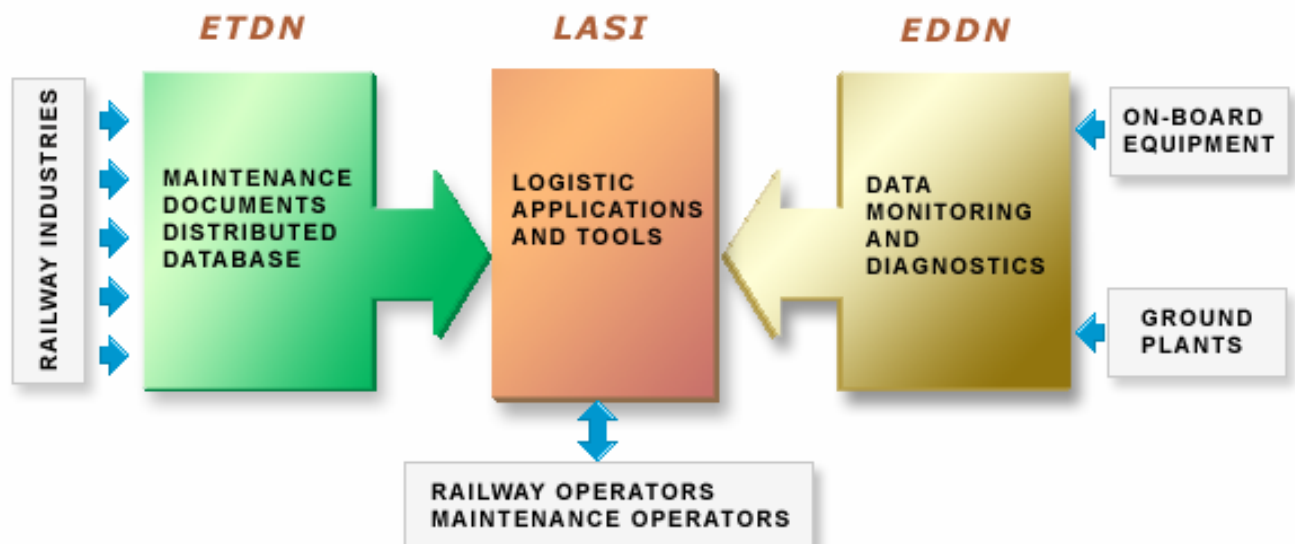
migliorandone l'usabilità ed ottenendo benefici quali la più facile individuazione e recupero, minori costi di produzione ed aggiornamento, maggiore consistenza interna ed omogeneità di struttura. La principale scelta tecnologica ruota attorno a XML, che sta diventando uno standard per l'interscambio di dati in rete.

*Logistic Application Standardization and Interoperability (LASI)*

Questo settore di attività raggruppa una serie di specifiche relative alle applicazioni ed agli strumenti utili per la manutenzione. In particolare, esso coinvolge aspetti relativi a:

- gestione delle configurazioni;
- sistemi di gestione della manutenzione;
- strumenti di analisi statistica;
- strumenti di supporto all'analisi dei guasti;
- interfacce verso sistemi SCADA.

La relazione esistente tra i diversi campi di attività è sintetizzata nello schema riportato in figura 1.



*Figura 1 – Campi di Attività di EuRoMain*

In sintesi, EDDN si occupa di raccogliere i dati diagnostici dal campo (sia a bordo dei rotabili ferroviari, sia negli impianti fissi) e di memorizzarli in una base dati utilizzando formati standard, ETDN si occupa di uniformare e rendere disponibile ovunque necessario tutti i documenti tecnici utili per la manutenzione, infine LASI utilizza i risultati precedenti per elaborarli e renderli disponibili attraverso opportune applicazioni (nuove od esistenti).

Per entrare in maggiore dettaglio ed analizzare l'architettura complessiva del sistema, è utile far riferimento allo schema riportato in figura 2.

A bordo dei rotabili ferroviari, i vari equipaggiamenti di bordo sono oggi collegati tra loro tramite una rete di comunicazione digitale (Train Communication Network) che consente un agevole scambio di dati, sia nell'ambito del singolo veicolo, sia tra apparati collocati in veicoli diversi. Tramite un apparato specifico (ROGATE – Railways Open Gateway – gateway ferroviario) l'intera rete di bordo può essere messa in collegamento con la rete di terra delle ferrovie, attraverso un collegamento radio (come il comune GSM o la sua versione specifica per utilizzo ferroviario GSM-R, oppure anche altri sistemi). La definizione di questo collegamento terra-treno e delle sue modalità applicative è oggetto del progetto europeo TrainCom, che, come si può immaginare, ha operato in stretta collaborazione con EuRoMain.

Utilizzando il sistema TrainCom, diventa possibile interrogare da terra un qualunque dispositivo a bordo ed ottenere informazioni sul suo stato di funzionamento e su tutti i parametri utili ad individuare o, a volte, prevenire eventuali malfunzionamenti, consentendo pertanto agli operatori di manutenzione di pianificare con anticipo gli interventi necessari (vd. figura 3).

In caso di guasti improvvisi o altri eventi importanti, il dispositivo a bordo può inviare un messaggio di allarme al centro di manutenzione a terra, notificando tempestivamente quanto sta accadendo a bordo del treno.

E' importante adottare formati standard per codificare tutti i dati inerenti la manutenzione di ogni tipo di apparato, al fine di consentire facilmente lo scambio di tali dati fra sistemi diversi e la loro elaborazione automatica. Ciò può consentire di integrare sistemi di manutenzione diversi, ottenendo una migliore interoperabilità. L'utilizzo di formati e tecnologie sviluppate nel mondo Internet e disponibili liberamente, come XML (eXtensible Mark-up Language) costituisce una buona base di partenza per ottenere tali risultati. Un altro punto fondamentale consiste nel definire un modo standard di classificare gli apparati di bordo e di terra, in modo da consentirne l'identificazione univoca da parte di operatori umani e programmi di calcolo.

I dati diagnostici raccolti possono così essere conservati in una base dati diagnostica, secondo una precisa organizzazione, per essere poi disponibili per altre applicazioni.

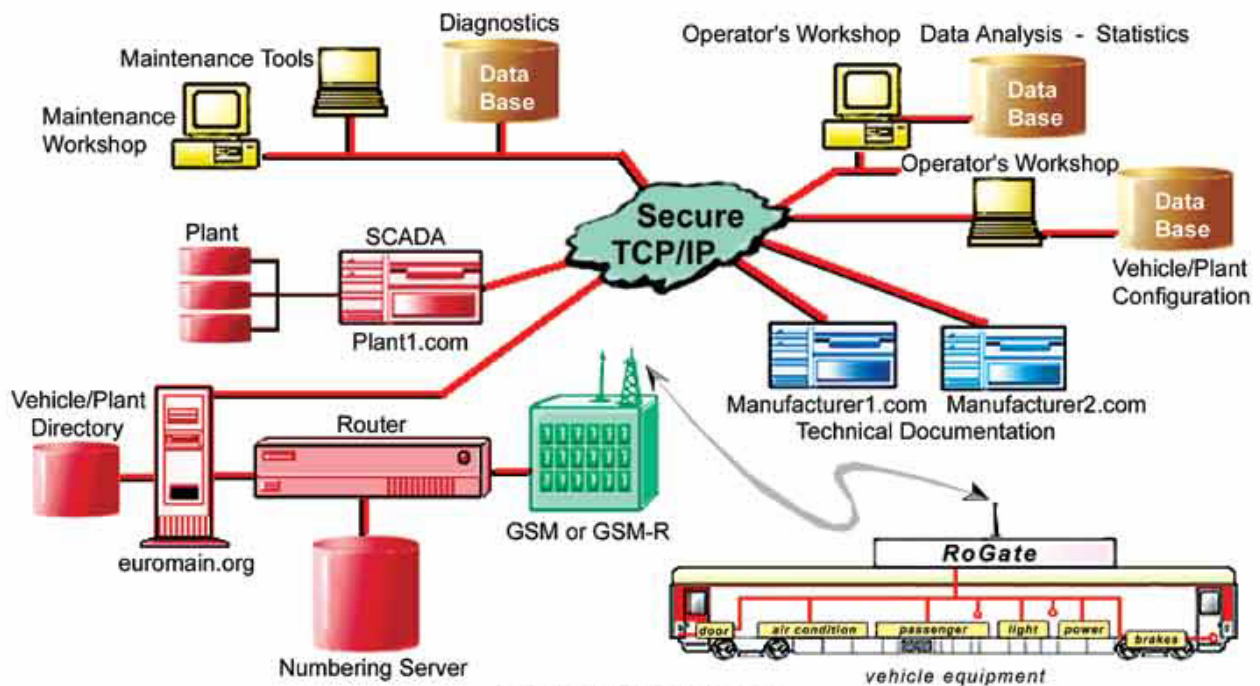


Figura 2 – Diagramma a blocchi semplificato

Quando un operatore di manutenzione affronta il problema posto da un guasto, ad es. in una locomotiva in servizio, ha bisogno di avere a disposizione prontamente non solo tutte le informazioni relative al tipo di guasto ed all'apparato interessato, ma anche tutta la documentazione relativa agli apparati coinvolti ed eventualmente all'intero veicolo.

Si rende pertanto necessario poter rendere disponibile un documento tecnico ben preciso ovunque sia necessario, con la sicurezza di ottenere la versione corretta ed aggiornata.

Tale problema è già stato da tempo affrontato con successo dall'industria aeronautica (con lo standard AECMA 1000D), mostrando tutti i suoi vantaggi, e l'adozione di un sistema simile in campo ferroviario è oggi una necessità non più rinviabile.

L'utilizzo di formati standard e di tecnologie informatiche possono consentire una gestione più efficace ed efficiente della documentazione, facilitando operazioni dispendiose come l'aggiornamento, la traduzione e la distribuzione dei documenti.

Un primo passo consiste nello stabilire una classificazione e nomenclatura standard di tutta la documentazione tecnica, insieme ad un sistema standard di codifica della stessa. In questo modo un certo tipo di documento ha sempre la stessa struttura e contenuti, indipendentemente dal veicolo o impianto cui fa riferimento, e gli addetti alla manutenzione possono immediatamente capire di quali documenti hanno bisogno per lo svolgimento di una determinata operazione.

In secondo luogo, ogni documento è costituito da unità molto ridotte, gestibili individualmente e formattate secondo un linguaggio standard (ad es. XML). XML, infatti, si presta perfettamente alla descrizione dei contenuti dei documenti, in modo indipendente dalla formattazione finale degli stessi (che può dipendere dal tipo di visualizzazione utilizzata) e con la possibilità di ulteriori elaborazioni per mezzo di programmi appositi. Ulteriori standard (come CSS, Cascading Style Sheet, XSL, eXtensible Stylesheet Language, XSLT, XSL Transformations) consentono poi di specificare la formattazione del documento nel modo più appropriato alle esigenze del momento: ad esempio se si deve visualizzarlo su un display oppure stamparlo su carta.

In questo modo, unitamente alla possibilità di trasferire velocemente in rete i documenti elettronici, si possono ottenere notevoli benefici in termini di:

- 1) minori costi di produzione e gestione della documentazione
- 2) migliore qualità dei documenti prodotti
- 3) facile accessibilità alla documentazione ovunque ci si trovi
- 4) disponibilità di documenti aggiornati

Inoltre la realizzazione di un sistema di documentazione tecnica standard faciliterà la trasmissione di documenti tra fornitori, integratori di sistema e operatori finali, evitando la necessità di conversioni tra sistemi diversi, operazioni che possono portare ad errori o ambiguità.

Le nuove potenti funzionalità offerte dai sistemi EDDN ed ETDN debbono essere gestite tramite opportuni software di supporto, in grado tra l'altro di effettuare elaborazioni e presentare i risultati al manutentore in modo appropriato, utilizzando interfacce grafiche semplici ed intuitive.

Alla base si pone la possibilità di gestire adeguatamente la configurazione di veicoli ed impianti: per ognuno di essi occorre poter disporre di una lista dei sistemi e delle apparecchiature installate, scendendo poi in maggiore dettaglio, fino al livello minimo di interesse per la manutenzione (LRU – Line Replaceable Unit – unità sostituibile in linea), secondo un processo di suddivisione gerarchica a livello fisico e/o funzionale. Quando un elemento di un sistema viene sostituito, ad es. in seguito ad una riparazione, la configurazione deve poter essere aggiornata immediatamente, anche da remoto.

I sistemi di gestione della manutenzione sono già oggi in uso, per poter pianificare, monitorare ed ottimizzare le attività di manutenzione, al fine di raggiungere un alto livello di affidabilità e sicurezza. Opportunamente integrati nel contesto di EuRoMain, tali sistemi possono raggiungere prestazioni ancora maggiori, con costi più bassi, grazie ai benefici derivanti dalla standardizzazione. Ad es. i dati provenienti dai veicoli e dagli impianti di terra possono essere facilmente resi disponibili ed analizzati, al fine di implementare le opportune metodologie di manutenzione (RCM, CBM o altre) e facilitare la ricerca dei guasti. Oppure i dati sulle operazioni effettuate possono essere facilmente condivisi con i costruttori degli apparati e dei sistemi, in modo da consentire il miglioramento dei prodotti. In particolare sono possibili elaborazioni statistiche, volte a calcolare i valori di RAM (Reliability, Availability and Maintainability – affidabilità, disponibilità e manutenibilità), i costi del ciclo di vita ed altri parametri tecnici ed economici.

Trenitalia, anche in base alle considerazioni illustrate nel presente articolo, ha attualmente in corso una serie di progetti che hanno l'obiettivo di migliorare le prestazioni della flotta degli ETR500: il modello di esercizio e le caratteristiche del *brand* Eurostar richiedono ai treni ETR 500 degli

standard affidabilistici e prestazionali elevatissimi ed in miglioramento continuo. Ciò è stato in qualche caso perseguito mediante interventi mirati di *design review*, ma l'importanza dell'incremento di efficienza del sistema manutentivo è stato e sarà sempre maggiore.

In questo contesto si inquadra il progetto del *Nuovo Sistema Diagnostico per la Manutenzione (NSDM)* della flotta ETR 500. Il nuovo sistema integra le più moderne tecnologie *web-based*, quelle per la comunicazione mobile GSM e GPRS e quelle GPS per l'individuazione della esatta posizione del treno. Gli obiettivi principali della riorganizzazione del sistema diagnostico di bordo e dell'intero approccio manutentivo di flotta sono:

- il miglioramento della qualità e della quantità delle informazioni diagnostiche disponibili;
- l'ottimizzazione delle modalità di accesso, trattamento, memorizzazione ed analisi di tali informazioni;
- la disponibilità in tempo reale delle informazioni diagnostiche e di esercizio di tutti i convogli della flotta;
- la costruzione di un database manutentivo di flotta per l'individuazione delle criticità, l'elaborazione di nuove soluzioni tecniche e di nuove strategie manutentive;

Come illustrato nella figura 3, il *Nuovo Sistema Diagnostico per la Manutenzione* è composto da un sistema di bordo detto *Nuova Consolle Diagnostica (NCD)* e da un sistema di terra formato da un server centrale sede del database di flotta, dall'infrastruttura per la rete *wireless* dislocata in varie stazioni ed impianti manutentivi, dalla rete di comunicazione digitale mobile, in una prima fase fornita da uno degli operatori di telefonia mobile, e dal collegamento in rete WAN con i centri manutentivi ed i loro sistemi di raccolta delle informazioni.

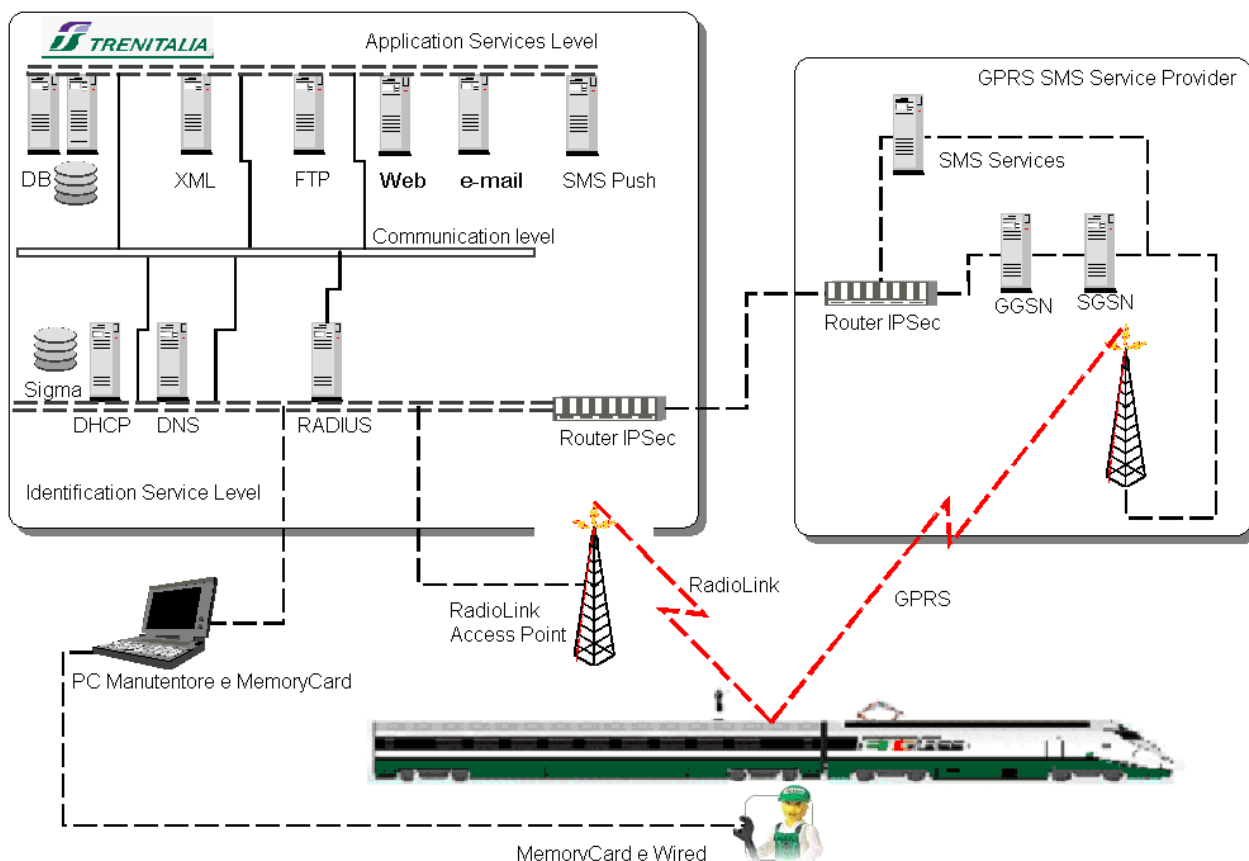


Figura 3 - Struttura generale del Nuovo Sistema Diagnostico per la Manutenzione.

La *Nuova Consolle Diagnostica* è costituita da un calcolatore in comunicazione con tutte le unità dotate di diagnosi a bordo treno che provvede a memorizzare, gestire, filtrare e trattare in modo appropriato tutte le segnalazioni, siano esse allarmi, stati o semplicemente dati ambientali provenienti dalle varie apparecchiature di bordo (vedi figura 4).



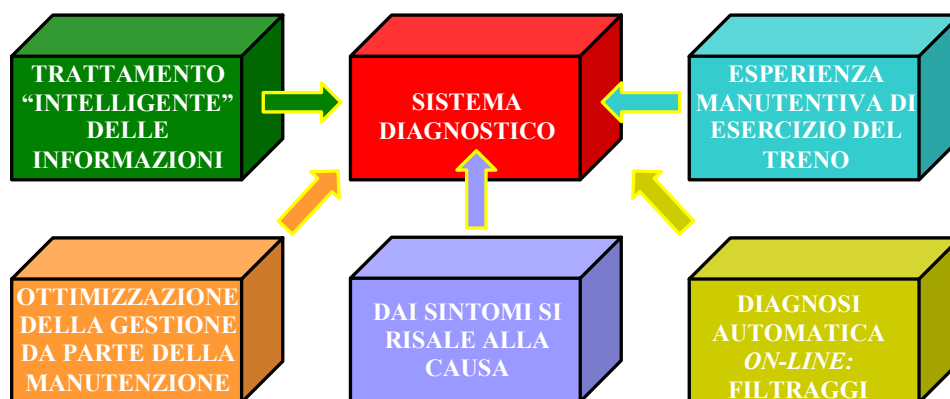


Figura 4 - Funzioni e funzionalità del Nuovo Sistema Diagnostico per la Manutenzione.

Una serie di operazioni effettuate a bordo permettono il trattamento “intelligente” delle informazioni al fine di valorizzarne ed ottimizzarne la gestione da parte del personale di manutenzione. Fino ad oggi, infatti, i sistemi diagnostici sono stati poco più di semplici “registratori di eventi”, mentre, nell’accezione comune, il concetto di diagnosi implica il processo tramite il quale, a partire da determinati *sintomi*, si arriva all’individuazione della causa primaria origine di tali sintomi.

Il sistema di gestione dei dati diagnostici di bordo è capace di attuare tale processo e, in base all’esperienza manutentiva acquisita durante l’esercizio del materiale rotabile, riesce ad effettuare automaticamente ed *on-line* delle operazioni di filtraggio, al fine di migliorare il contenuto informativo del database manutentivo di bordo.

Le informazioni immagazzinate e così trattate dal sistema di treno possono essere inviate tramite rete *wireless* o GSM/GSM-R/GPRS al sistema di terra oppure possono essere prelevate direttamente dal manutentore; un utente autorizzato può inoltre interrogare dalla propria postazione *WEB* il database di bordo o di terra per acquisire informazioni in tempo reale, effettuare analisi o fare considerazioni sui dati diagnostici per meglio programmare l’attività manutentiva.

Inoltre, tramite il modem *GPRS*, il sistema di bordo è in grado di segnalare, con l’invio di e-mail o *SMS*, allarmi di particolare gravità o di particolare impatto sull’esercizio, cosicché i centri operativi possono mettere in opera le opportune azioni per risolvere l’emergenza con accresciuta tempestività ed efficienza.

Il sistema di terra ha inoltre funzione di gestione ed immagazzinamento dei dati diagnostici dell’intera flotta; i dati sono trattati con tecniche di analisi statistica e stime predittive al fine di migliorare la pianificazione e le strategie della manutenzione preventiva, predittiva e correttiva, nell’ottica di un miglioramento continuo dell’intero processo di manutenzione.

Tale progetto è stato recentemente incluso come dimostratore nel progetto EuRoMain. Poiché i dati a bordo degli ETR 500 - trattandosi di un treno esistente ed in servizio ormai da molti anni - non saranno prodotti nei formati previsti da EuRoMain, è prevista una loro successiva traduzione a terra. Ciò consentirà di verificare la possibilità di integrare in EuRoMain anche sistemi pre-esistenti.

Riassumendo, il progetto EuRoMain si pone l’obiettivo di completare, integrare ed espandere la definizione di un sistema di manutenzione ferroviario, includendo:

- contributi a specifiche tecniche per l’interoperabilità ed a proposte di standard europei;
- architettura e piattaforma standard per la rete europea dei dati diagnostici (EDDN), includendo i formati dei dati e la definizione del database diagnostico;
- specifiche e piattaforma standard per la rete europea della documentazione tecnica (ETDN), includendo i dizionari ed i modelli dei documenti e le regole di codifica;

- infrastruttura per la standardizzazione e l'interoperabilità delle applicazioni per la logistica (LASI), includendo il database delle configurazioni e le interfacce verso applicazioni di terze parti.

In particolare, EDDN renderà possibile lo scambio di dati in formato elettronico, tenendo in considerazione le esigenze degli Utenti in termini di:

- confidenzialità delle informazioni, che debbono essere accessibili solo a personale autorizzato;
- integrità dei dati, che non debbono poter essere corrotti da interventi umani o fattori casuali;
- autenticazione dei messaggi, sulla cui provenienza è importante poter essere certi;
- disponibilità dei dati, che dovranno essere accessibili in ogni momento;
- prestazioni del sistema, che deve consentire tempi di reazione ragionevolmente rapidi.

ETDN risolverà il problema dell'interscambio di documenti tecnici tra operatori (anche in paesi diversi) e tra industrie (ad es. con i sub-fornitori), mediante la definizione di specifiche non proprietarie e standardizzate, che consentiranno un migliore supporto ai processi manutentivi. La soluzione consentirà di ridurre i costi ed aumentare l'efficienza, portando alle ferrovie quei benefici già raggiunti in altri settori di trasporto (ad es. aeronautica).

Infine LASI porterà ad una maggiore usabilità degli strumenti tipici della manutenzione, integrandoli perfettamente con i formati e le funzionalità definite da EDDN ed ETDN.

Complessivamente, EuRoMain potrà contribuire a raggiungere una serie di benefici di grande importanza:

- aumentare la sicurezza e la qualità del trasporto ferroviario tramite un miglior monitoraggio dello stato dei rotabili e dell'infrastruttura;
- ottenere una maggiore compatibilità tecnica a livello europeo e trans-europeo tramite procedure standard di scambio dati
- migliorare i sistemi di supporto alle decisioni, sfruttando il monitoraggio in real-time in combinazione con ampi database storici e rapido accesso alla documentazione tecnica correlata;
- promuovere l'adozione di metodologie di manutenzione avanzate, definendo linee guida per la loro implementazione che eviteranno la nascita di incompatibilità;
- offrire uno standard aperto per la progettazione delle interfacce dei sistemi di supporto alla manutenzione;
- consentire ai progettisti di ricevere tempestivamente dati dal campo sul comportamento operativo dei sistemi ferroviari, per migliorarne le prestazioni e l'affidabilità.

Alcune delle soluzioni proposte potranno dare origine a degli standard ufficiali, ad esempio tramite il CENELEC, con il quale si sono già stabiliti gli opportuni contatti (gruppo di lavoro WG B14), oppure tramite l'AEIF (Associazione Europea per l'Interoperabilità Ferroviaria) che ha l'incarico di scrivere le specifiche tecniche, volte a garantire in futuro un adeguato livello di interoperabilità nel mondo ferroviario, dette TSI (Technical Specification for Interoperability) e che avranno valore di leggi negli Stati dell'Unione.

Il progetto EuRoMain, che si completerà nei primi mesi del 2005, porterà pertanto ad un maggiore livello di interoperabilità nell'ambito dei sistemi per la manutenzione, superando anche i confini nazionali degli stati membri e consentendo l'attuazione della già citata direttiva europea per l'interoperabilità della rete ferroviaria convenzionale, la quale prevede tra l'altro la possibilità per un treno che viaggi in un paese europeo diverso da quello di origine di ottenere assistenza tecnica direttamente sul posto.

Ciò porterà in molti casi alla scissione del ruolo di operatore di manutenzione da quello di operatore ferroviario (come già avviene ad es. in Inghilterra), favorendo allo stesso tempo il possibile ingresso sul mercato di nuovi operatori specializzati nella sola manutenzione.

Naturalmente ciò va oltre gli scopi del progetto il quale, pur rappresentando un importante passo avanti nel settore della manutenzione ferroviaria, costituisce solo un tassello di un più ampio scenario<sup>7</sup> di interventi destinati a rivitalizzare e potenziare il sistema ferroviario europeo.

## **Gli autori**

Paolo Umiliacchi, laureato in Ingegneria Elettronica nel 1980 presso l'Università di Bologna, si occupa da molti anni di ricerca ed applicazioni di informatica e networking in campo ferroviario. Dopo aver svolto incarichi presso la Fondazione Guglielmo Marconi (a Pontecchio Marconi - Bologna) ed il C.N.R. (Progetto Finalizzato Trasporti), nel 1984 è stato co-fondatore della società CNC Centro Nuova Comunicazione (ora a Castel Maggiore – Bologna) nella quale riveste dal 1991 il ruolo di Amministratore Delegato. Dal 1990 è membro della AEI e della IEEE.

Ha partecipato alla realizzazione dello standard TCN (IEC 61375-1), per il quale attualmente collabora alla definizione del test di conformità (PT 61375-2), ed a vari progetti europei, tra cui ROSIN, TrainCom ed EuRoMain. Altri interessi comprendono i sistemi didattici, le applicazioni per Internet e le interfacce uomo-macchina. E' anche autore di numerosi articoli tecnici e divulgativi.

Gianfranco Cau, laureato in Ingegneria Elettronica nel 1987 all'Università di Firenze, dopo la frequenza del dottorato di ricerca presso lo stesso ateneo ha lavorato presso la Siemens Telecomunicazioni (Milano) e la OTE (Firenze) dove si è occupato di progettazione rispettivamente di ponti radio ad alta capacità e di stazioni radiobase per telefonia mobile (GSM, DECT e TETRA). Dal 1993 lavora nelle Ferrovie dello Stato - adesso Trenitalia – nel settore della Tecnica e della Ricerca del materiale rotabile dove adesso ricopre il ruolo di responsabile tecnico per i treni ETR ed a composizione bloccata nell'ambito della Direzione Tecnica di U.T.M.R. (Unità Tecnologie Materiale Rotabile). Fa parte di numerosi gruppi di normazione, ricerca e studio nazionali e internazionali, sia come membro, sia come referente, quali UIC, CEI, CENELEC, etc. È autore di diverse pubblicazioni su riviste scientifiche specializzate nel campo delle telecomunicazioni (IEEE, IEE) e nel settore ferroviario, come pure di memorie nei principali congressi del settore, come ad esempio WCRR e COMPRAIL.

Andrea Gatti, dopo aver conseguito i diplomi in Costruzioni Aeronautiche ed Elettronica Industriale, è entrato in FS nel 1978, collaborando con la divisione tecnica e della ricerca. Dal 1983 si è occupato di sistemi di controllo e comunicazione sui rotabili come ingegnere del software, partecipando allo sviluppo del sistema di comunicazione dell'ETR Y 500 (prototipo nel 1987) ed alla definizione degli standard di qualità aziendali per le applicazioni software.

Dal 1992 è stato coinvolto nei primi progetti italiani basati sullo standard TCN (TAF, E412, E464), partecipando alla standardizzazione dell'interfaccia uomo-macchina.

E' Stato membro del gruppo di lavoro IEC TC9 WG22 che ha realizzato lo standard TCN (IEC 61375-1) ed ha partecipato ai progetti europei ROSIN, TrainCom ed EuRoMain.

E' autore di diversi articoli tecnici e presentazioni a conferenze nazionali ed internazionali.

---

<sup>7</sup> Si veda ad es. il Libro bianco della Commissione, del 30 luglio 1996, "Strategia di rilancio delle ferrovie comunitarie"