

1)INTRODUZIONE:L'ALTA VELOCITA' FERROVIARIA - uno sguardo generale alla nascita e sviluppo

L'alta velocità ferroviaria, inteso come sistema coordinato di rotabili e di linee finalizzato ad offrire servizi viaggiatori qualitativamente e quantitativamente di livello elevato e in particolare a velocità commerciali competitive con gli altri sistemi di trasporto,ha avuto inizio in Giappone nel 1964,dove - per una precisa necessità derivante dalla saturazione del sistema ferroviario tradizionale che era a scartamento metrico(1067mm) - veniva iniziata la costruzione di una nuova rete a scartamento "europeo" (1435mm), su cui potevano circolare solamente treni di velocità massima elevata (210 km/h all'inizio del servizio). I due sistemi erano, per evidenti ragioni fisiche,completamente separati fra loro. Dopo un periodo relativamente lungo di stasi, l'alta velocità ferroviaria si ripresenta in Francia all'inizio degli anni '80, con la costruzione di una nuova linea specializzata,della lunghezza di circa 420 km, fra Parigi e Lione, le due maggiori Città del Paese, dove i collegamenti ferroviari erano affidati fino ad allora a quattro binari (sulla quasi totalità della linea), ma con tempi di percorrenza - più di 4 ore per 480 km - assolutamente maggiori di quelli del mezzo aereo.

Sui binari della nuova linea poteva circolare solamente un nuovo tipo di treno, il cosiddetto "Train à Grande Vitesse", familiarmente detto TGV, che era in grado di superare le pendenza del 35 per mille con cui la linea era stata costruita per evidenti ragioni di contenimento della spesa.

Il tempo di percorrenza fra le due città veniva così ridotto a due ore e la sfida con l'aereo era stata così vinta:ad oggi il treno detiene sulla relazione citata più dell'80% del traffico;il resto è suddiviso fra l'aereo e la strada.

Altre linee di questo tipo sono state in seguito costruite in Francia,sempre in partenza da a Parigi,verso il Sud-Ovest (Atlantique), il Nord e l'Est,su cui possono circolare solo treni TGV o derivati, di cui a tutt'oggi ne sono stati realizzati diverse centinaia (TGV-A, TGV-R, TGV duplex, ecc.).

Nel frattempo gli altri Paesi avevano deciso di intraprendere la strada dell'alta velocità ferroviaria,o meglio di aumentare la loro offerta di trasporto in generale, costruendo nuove linee sulle quali potessero circolare diversi tipi di treni e non solamente convogli ad AV; si

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

realizzavano così dei "quadruplicamenti" delle linee interessate e si approfittava dell'occasione per costruirli alla velocità più elevata possibile; la sola differenza rispetto agli esempi precedenti era data – come si è accennato – dal fatto che su tali linee si prevedeva far circolare anche materiale rotabile specializzato – a seconda delle fasce orarie – sia viaggiatori che merci.

E' questo il caso della Germania e dell'Italia, dove – per differenti ragioni – si era giunti alle stesse decisioni; nel primo caso la scelta non era dettata dalla mancanza di infrastrutture, ma dal fatto di doverle adeguare a una situazione politica (siamo prima del 1990) in cui il paese aveva una conformazione nettamente differente da quella dell'epoca in cui erano state costruite le infrastrutture ferroviarie: mancavano infatti collegamenti Nord-Sud in un Paese che aveva costruito le sue principali linee quando aveva una prevalente estensione Est-Ovest e in particolare la sua capitale era posta ad Est rispetto ad alcuni principali Centri produttivi del paese che si trovavano a Ovest.

Il materiale rotabile realizzato per tali collegamenti, che circola inoltre su tutte le principali linee della rete, è denominato ICE (InterCity Express) ed è stato realizzato ormai in più di 200 esemplari (ICE1, ICE2, ICE3, ICT). Attualmente, dopo la riunificazione dei due Stati tedeschi, sono state previste nuove infrastrutture di trasporto Est-Ovest, fra le quali la prima linea al mondo a sustentazione magnetica, da Amburgo a Berlino.

Differente è il caso dell'Italia, dove anche la struttura orografica del Paese aveva ostacolato non poco la creazione di valide infrastrutture ferroviarie specialmente quelle che collegano il Nord col Sud.

D'altronde la necessità di quadruplicare le principali linee del Paese era stata sentita molto presto, se si ricorda che l'inizio della costruzione della "Direttissima" Firenze-Roma risale alla fine degli anni '60.

In Italia, come d'altronde in Germania in un primo tempo, la costruzione delle linee era stata prevista con pendenze limitate, in modo tale da permettere la circolazione di tutti quei tipi di treni sia automotori che di materiale rimorchiato, dotato di particolari caratteristiche e di velocità adeguate.

Il treno previsto per tali linee e per le diramazioni importanti da queste, è il ben noto ETR500, che ormai assicura tutte le principali relazioni ferroviarie del Paese, specialmente al Centro-Nord.

E' da ricordare che in Italia nello stesso periodo di tempo si è sviluppato un particolare tipo di veicolo dotato di un sistema di assetto variabile della cassa, cosa che ha permesso di

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

aumentare la velocità massima sulle linee esistenti di circa 20-25% rispetto ai veicoli tradizionali; tale dispositivo, ideato e realizzato da Fiat Ferroviaria, sperimentato e messo a punto nel settore Materiale Rotabile delle FS, è stato poi realizzato su diverse serie di elettrotreni detti appunto ad assetto variabile, che – per sfruttare al massimo tutte le diverse linee su cui erano chiamati a circolare – sono stati realizzati con velocità massime di 250 km/h e quindi a buon titolo rientrano nel novero dei materiali ad Alta Velocità: si tratta dei treni chiamati familiarmente “*Pendolini*” delle serie ETR450,460,480 e 470, che ormai circolano abitualmente in Italia ed effettuano anche collegamenti fra l’Italia, la Francia e la Svizzera, oltrechè essere adottati dalle Reti di svariati Paesi europei ed extraeuropei.

Una soluzione apparentemente simile a quella utilizzata dal Giappone 30 anni fa, è quella che in Spagna ha permesso – nel giro di pochissimo tempo – di costruire una linea ad AV di circa 470 km fra Madrid e Siviglia: queste due città dal 1992 sono collegate da una linea ad alta velocità a scartamento europeo, percorsa da treni con velocità massime di 300 km/h; una delle differenze rispetto al Giappone è che in questo caso il sistema AV, che si viene ad integrare ad una rete classica a scartamento “largo” (1676mm), è risultato della integrazione di due tecnologie ben distinte, e cioè quella francese per quanto riguarda i treni, denominati AVE (Alta Velocidad Española), che sono di stretta derivazione dai TGV e quella tedesca, la cui industria ha costruito la linea e la infrastrutture (segnalamento e linea di contatto), oltrechè le locomotive da treno (serie S 252) che trainano il materiale rotabile di rango a scartamento variabile, tipico della rete spagnola (treni Talgo).

In Europa non esistono al momento attuale altri sistemi ad AV, se si fa astrazione da quanto il Regno Unito ha intenzione di costruire come continuazione delle linee AV del Continente e del tunnel sotto la Manica da Folkestone in direzione di Londra; analogamente si può dire dell’Olanda e del Belgio che stanno costruendo solamente i prolungamenti delle linee che collegano i sistemi ferroviari AV tedesco e francese che interessano i loro Paesi.

In tali casi i treni interessati sono quasi tutti di derivazione TGV francese, come i treni per i collegamenti fra il continente e Londra (denominati HSST), quelli utilizzati per i collegamenti fra Parigi e Bruxelles/Amsterdam, che sono dei TGV che viaggiano sotto la denominazione THALYS, e quelli per il collegamento con la Germania a partire dalla Francia, denominati PBKA (Paris-Bruxelles-Koeln-Amsterdam).

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Analogamente non si può parlare di sistema AV per la Svizzera e per l'Austria, anche se i tunnel di base sotto il Loetschberg e il Gottardo da un lato e il Brennero dall'altro, sono indispensabili *punti chiave* per la creazione della rete europea ad AV e in particolare del collegamento dell'Italia con l'Europa.

E' necessari a questo punto evidenziare quanto la Comunità Europea (CE) ha fatto e sta facendo per la creazione di una efficace rete ferroviaria europea e non soltanto finalizzata all'Alta Velocità. Infatti, da quanto detto riguardo ai sistemi ferroviari AV nazionali, è chiaramente deducibile che – essendo i vari sistemi di concezione talvolta notevolmente differenti fra loro – questi possono dar luogo a soluzioni completamente differenti e quindi difficilmente conciliabili fra loro.

La CE ha cercato di rendere il più possibile omogenee tutte le iniziative sorte nei differenti Paesi europei, di ammortizzare le differenti soluzioni per poter giungere, anche se in tempi non brevi, ad una vera e propria rete ferroviaria europea sia per i treni ad AV che per le altre linee di primario interesse.

Le iniziative europee sono iniziate negli anni '90 e sono state raccolte in un cosiddetto "Libro Bianco", in cui è stata tracciata la rete fondamentale dell'Europa e dove sono stati chiaramente indicati dei parametri principali di tale rete ed è stata stabilita la stesura di regole comuni da utilizzare sulla citata rete.

E' nata così la direttiva della Comunità Europea n.440/90, dove sono chiaramente indicate le regole fondamentali del sistema AV e dove si viene a delineare una organizzazione comunitaria, con regole relative così strutturate:

1. Legislazione generale.....*Direttiva Europea*
2. Regolamentazione di primo livello*Specifiche tecniche di interoperabilità(S.T.I)*
3. Normativa di applicazione.....*Norme Cen e Cenelec*

La Direttiva di cui al punto 1) rappresenta la legge generale valida in tutti i Paesi Comunitari; la Regolamentazione di cui al punto 2) dà le regole e i parametri secondo i quali le nuove parti del sistema ferroviario (materiale rotabile, infrastruttura, segnalamento, alimentazione di energia, esercizio,manutenzione) debbono essere previste; il terzo livello infine è quello relativo alla norma tecnica particolare riguardante ogni singolo componente del sistema.

La CE non ha solamente dettato regole per ammortizzare i diversi sistemi ferroviari europei in uno solo, ma ha anche previsto quali sono i "campi d'azione" dei vari sistemi di

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

trasporto, indicando ad esempio che per distanze fino a 100 km le ferrovie metropolitane, urbane e extraurbane hanno la prevalenza; poi l'auto privata può avere il suo campo d'azione, ma dalla distanza indicata il treno ad AV comincia già ad essere il migliore dei modi di trasporto e questo fino a una distanza di 1200 Km (per viaggi diurni con velocità commerciali da 200 a 250 km/h), da dove poi il trasporto aereo è il più conveniente; un'altra parte del trasporto la ferrovia la potrà avere fino a circa 2000 Km di percorrenza nei trasporti notturni, quando la velocità commerciale si ponga fra i 150 e i 200 Km/h.

Nel citato documento la rete europea ad AV è stata delineata con estrema precisione con l'individuazione di:

- 14 "Corridoi" fondamentali che costituiranno la rete fondamentale europea per un'estesa di 12.500Km;
- Un insieme di linee esistenti, ma che devono essere migliorate e portate ad una velocità massima di 200-220 Km/h, per un'estesa di circa 14.000 Km;
- Un terzo livello di cosiddette " linee di interconnessione" pari a 2.500 Km, che servono da collegamento fra gli altri tipi di linee.

I costi previsti per la realizzazione di tale infrastruttura e del materiale rotabile relativo sono pari a circa 240 miliardi di EURO a valuta 1998.

La CEE ha anche deciso di ammortizzare fra loro i diversi tipi di trasporto, come ad esempio quello ad AV e quello aereo, favorendo la interconnessione fra i due sistemi e prevedendo quindi collegamenti "misti" fra treno e aereo per alcune direttrici che interessano sia grandi Centri che Città non principali: a puro titolo di esempio la CE cita il collegamento ipotizzato da Nantes a Tours fino a Napoli e Bari, in cui il treno ad AV è utilizzato dalle città menzionate fino a Parigi e a partire da Roma fino alle città di destinazione, mentre l'aereo è previsto da Parigi a Roma.

E' da notare inoltre che i collegamenti ferroviari degli aeroporti non sono previsti come delle semplici "bretelle", di collegamento alle rispettive città, ma servono per collegarli direttamente alle reti ferroviaria principale del Paese.

Il sistema AV non è soltanto un modo per rilanciare il traffico su rotaia nel nostro continente, ma è anche una necessità per offrire la possibilità di spostamenti veloci e sicuri, a costo contenuto e per limitare i danni provocati dall'inquinamento ambientale e dalle emissioni acustiche.

2)EVOLUZIONE DELL'ISTITUZIONE DELLE FERROVIE DELLO STATO

L'Azienda Autonoma Ferrovie dello Stato, oggi FS SpA, ha profondamente modificato la propria struttura organizzativa per meglio rispondere agli indirizzi della Comunità Europea che hanno introdotto la netta separazione fra la **gestione della rete** e la **gestione del trasporto**.

Il gruppo FS Spa è oggi formato da diverse società a cui sono affidate specifiche funzioni e responsabilità ben definite.

Alle due società principali **RFI** e **TRENITALIA** cui è affidata, rispettivamente, la gestione della rete ferroviaria (infrastruttura) e il trasporto passeggeri e merci (materiale rotabile), si aggiungono altre Società di Servizi a cui sono demandate specifiche responsabilità da appositi contratti di prestazione. Ad esempio, **TAV SpA**, facente capo a RFI, è stata istituita per svolgere la missione finalizzata alla realizzazione del sistema italiano AV/AC; **ITLFERR SpA** è la società di ingegneria del gruppo FS e come tale, attraverso contratti sottoscritti con TAV e RFI, assicura i *Project Management* per la realizzazione dei Progetti che riguardano sia la rete AV/AC, sia la rete tradizionale.

2.1) Premesse

La rete ferroviaria italiana, nella sua configurazione generale, è stata costruita in grandissima parte nella seconda metà del XIX secolo ed in particolare negli anni dal 1860 al 1900.

In questo periodo furono realizzate le direttrici principali che ancora oggi costituiscono l'asse portante dell'attuale sistema ferroviario nazionale.

Nella prima metà del secolo scorso, negli anni trenta, furono realizzate altre importanti opere che andarono ad implementare il patrimonio infrastrutturale esistente; due di queste opere costituiscono ancora oggi elementi infrastrutturali di primaria importanza che hanno consentito di elevare notevolmente il livello della capacità di trasporto lungo la dorsale ferroviaria nord-sud:

- la linea DD Bologna-Firenze dove è stata realizzata la galleria più lunga d'Europa
- la linea DD Roma-Napoli (via Formia) che consentiva di raggiungere velocità dell'ordine di 180 Km/h.

Nella seconda metà del secolo scorso e, in particolare, tra l'inizio degli anni settanta e la fine degli anni ottanta, è stata completata la linea DD Firenze-Roma sulla quale i treni veloci possono viaggiare a 250 Km/h.

Tale relazione era stata concepita dalle Ferrovie dello Stato, fin dagli anni sessanta, come una vera e propria linea ad alta velocità, con un lunghissimo anticipo, rispetto alle scelte successivamente operate dalle altre reti europee ed extraeuropee che, solo a partire dagli anni ottanta, davano avvio al "rilancio" dei propri sistemi ferroviari orientandoli verso caratteristiche prestazionali di alta velocità.

2.2) L'azienda delle ferrovie dello stato

Nel Luglio del 1905, a seguito di un'apposita legge dello Stato, venivano unificate le reti ferroviarie che esercitavano il trasporto su ferro lungo l'intera penisola, dando vita ad una rete di circa 13.000 Km di linee di cui soltanto il 15% a doppio binario e meno di 200Km elettrificati.

Le società più importanti che hanno dato vita alla rete ferroviaria nazionale sono state:

- Mediterranea
- Sicula
- Ferrovie Meridionali
- Adriatica

Il primo direttore generale fu l'ing. Riccardo Bianchi, proveniente dalle Rete Sicula.

La missione dell'Azienda delle Ferrovie dello Stato era sostanzialmente quella di garantire, in modo omogeneo, sia da un punto di vista regolamentare, della sicurezza, della qualità, sia da un punto di vista tariffario, l'esercizio di un efficiente servizio ferroviario nazionale.

Gli interventi strutturali erano quelli finalizzati al mantenimento dell'efficienza della Sede (piattaforma ferroviaria), della sovrastruttura (armamento, elettrificazione, segnalamento, ecc), delle stazioni, delle officine di manutenzione e degli scali.

La realizzazione delle nuove linee non era di competenza dell'Azienda FS ma era demandata alla responsabilità della Direzione Generale delle Nuove Costruzioni Ferroviarie del Ministero dei Lavori Pubblici. Quando un nuovo impianto o una nuova linea erano ultimati, venivano "consegnati" all'Azienda Ferroviaria che provvedeva ad assumerne la gestione.

2.3) Lo sviluppo del trasporto nel dopoguerra

Nel secolo scorso, durante il secondo conflitto mondiale, le infrastrutture ferroviarie subirono distruzioni e danneggiamenti tali da mettere a dura prova il sistema che, alla fine

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

della guerra, richiedeva, oltre che agli immediati interventi di ricostruzione, consistenti interventi di potenziamento quali:

- raddoppi;
- elettrificazione;
- quadruplicamenti;
- sistemi di controllo della sicurezza della circolazione;
- apparati centrali;
- varianti migliorative del tracciato.

Tali interventi realizzati alla fine della guerra e durati fino a quasi tutti gli anni cinquanta, richiesero un ingente impegno finanziario, soprattutto in termini di risorse umane, di materiali e di mezzi d'opera.

All'inizio degli anni sessanta il Paese puntava decisamente a trasformare la propria economia da agricola ad industriale, dando vita al fenomeno della "emigrazione interna" che ha caratterizzato quel periodo durante il quale consistenti quote di popolazione si spostavano dalle zone povere del Sud Italia alle regioni del Nord Italia ove l'industria metalmeccanica stava impostando le basi per un poderoso sviluppo economico che avrebbe segnato gli anni futuri con sostanziali ricadute anche nel campo del trasporto terrestre.

Erano quelli gli anni in cui si impostava il processo di "motorizzazione delle famiglie italiane" che richiedeva la sollecita disponibilità di un'adeguata rete viaria, soprattutto autostradale, attraverso la quale sviluppare l'emergente sistema di trasporto su gomma.

Tutto ciò impose ai governi che si succedettero in quegli anni di orientare i finanziamenti disponibili verso la realizzazione di un sistema viario stradale nazionale, lasciando alla rete ferroviaria gli esigui fondi residui per i soli interventi a presidio della sicurezza e per l'ordinaria manutenzione.

Tale situazione non tardò a produrre sulle ferrovie l'effetto di una continua inarrestabile perdita di quote di trasporto, soprattutto merci, in favore della strada.

E man mano che cresceva l'estensione della rete autostradale, cresceva anche la percentuale di merce che veniva trasportata su gomma, tenuto conto che il sistema su ferro, pur avendo estrema necessità di un adeguato programma di ammodernamento, non era preso in adeguata considerazione da chi avrebbe invece dovuto aggiornarne i requisiti tecnico-prestazionali. In altre parole il sistema ferroviario era ormai volutamente mantenuto lontano da ogni possibilità di fronteggiare, "ad armi pari", la concorrenza di

quello su gomma, divenuto agguerrito e pressoché esclusivo per le merci, a differenza di quanto accadeva negli altri Paesi europei, come Francia e Germania, dove si andavano già sviluppando, per le ferrovie, programmi adeguati a rendere possibile il trasferimento di significative quote di traffico dalla gomma alla rotaia.

E' chiaro che il sistema di trasporto stradale è in grado di fornire una serie di servizi che il sistema ferroviario, per sua natura, non potrebbe mai fornire ma va sottolineato che alcune tipologie di servizio, con gli opportuni accorgimenti e con le infrastrutture necessarie, porterebbero ad un recupero di consistenti quote di trasporto da parte della rete ferroviaria con un conseguente alleggerimento del traffico stradale ormai prossimo al collasso.

2.4) Le nuove strategie

La congestione del traffico sulle autostrade che andava a crescere sempre più intensamente e gli aspetti legati al rispetto dell'ambiente nonché l'acuirsi, nei primi anni settanta, della crisi nell'approvvigionamento energetico indusse le autorità politiche a rivolgere la propria attenzione verso tale problematica e a prendere nella dovuta considerazione la reale possibilità di promuovere una inversione di tendenza per favorire il trasferimento di significative quote di traffico merci dalla strada alla ferrovia.

Tale possibilità poteva però concretizzarsi solo attraverso un processo di potenziamento e di adeguamento delle linee e degli impianti esistenti che erano rimasti ai minimi livelli di funzionalità degli anni cinquanta.

Fu però soltanto negli anni a cavallo fra il settanta e gli ottanta che si cominciò a "pensare" e a valutare, in modo "integrato", quali dovessero essere i "corridoi di traffico" a cui associare le modalità di trasporto più conveniente (corridoio stradale e/o corridoio ferroviario) su cui dirottare parte della crescente quota di movimentazione delle merci in una logica di massima razionalizzazione del sistema nazionale.

Il Piano Generale dei Trasporti segnò il primo passo verso questa direzione.

Solo con un piano generale " direttore" del trasporto, formalmente approvato dagli Organi competenti dello Stato, vengono "congelate" le scelte strategiche, a livello nazionale, ed è quindi possibile impostare il programma di reinfrastrutturizzazione nazionale basandosi su elementi/input che non corrono il rischio, almeno per un congruo periodo, di essere modificati e/o revisionati.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

In un tale quadro operativo di riferimento è possibile la formulazione di un programma di finanziamento certo avente l'obiettivo di selezionare, secondo le priorità fissate dal Piano Generale, gli interventi da finanziare, per disporre, in un tempo relativamente breve, di segmenti funzionali di infrastruttura (fasi funzionali) in grado di fronteggiare, nelle more del completamento pluriennale del piano stesso, le esigenze di trasporto più immediate.

3) LA DIRETTISSIMA ROMA – FIRENZE

3.1) I limiti della linea storica

Non tutti sanno che l'Italia detiene un piccolo primato a livello europeo: quello di essere stato il primo Paese ad avviare la costruzione di una linea ad Alta Velocità. Il 25 Giugno del 1970 veniva posata la prima pietra della "Direttissima" Roma – Firenze nei pressi del fiume Paglia, dove sarebbe poi sorto il viadotto più lungo di tutta la linea. Purtroppo svariate vicissitudini, sia politiche, sia economiche, hanno allungato all'inverosimile i tempi di realizzazione, tanto che la "Direttissima" è stata completata nell'arco di 22 anni.

Ma torniamo un attimo alle origini del progetto. La linea storica che collega Roma e Firenze presenta un andamento assai tortuoso, dato soprattutto dal fatto di essere nata dall'unione di diversi tronchi progettati in modo disorganico, senza prefiggersi un collegamento diretto tra le due città. Basti pensare che questa linea ha una lunghezza di ben 314 km, quando la distanza in linea d'area tra Firenze e Roma è di soli 232 Km. Non solo: rampe del 12 per mille e tratti caratterizzati da curve con raggi minimi assai ridotti penalizzano la marcia dei convogli, che solo in brevi tratti possono sviluppare velocità discrete, mentre su quasi metà del percorso si incontrano valori tra 100 e 115 Km/h.

Considerando che l'asse dorsale Milano – Bologna – Firenze – Roma è da sempre quello su cui si sviluppa la maggior parte del traffico italiano, fin dagli anni '50 si guardò alla tratta più difficile prevedendo una serie di varianti, che poi confluirono in un progetto che prevedeva la costruzione di una linea completamente nuova. Così, negli anni '60, venne dato il via ad una serie di studi finalizzati alla realizzazione di un collegamento tra Roma e Firenze ad Alta Velocità che andasse a costituire un "sistema coordinato" con la linea esistente, utilizzabile da diverse tipologie di convogli. Venivano quindi previste dieci interconnessioni con il tracciato esistente, in modo da rendere estremamente flessibile l'utilizzazione della nuova linea.

Un progetto di fatto diverso da quello sviluppato pochi anni prima dai Giapponesi, che sarebbe poi stato ripreso dai Francesi con la realizzazione delle linee dedicate esclusivamente all'esercizio con rotabili specializzati.

3.2)La realizzazione della Direttissima

Partendo da Roma, la nuova linea Direttissima (DD) ha origini presso Settebagni, dove si stacca dal tracciato della cosiddetta "Linea Lenta", e termina a Firenze Rovezzano, con uno sviluppo pari a 237,5 Km (contro i 290,5 Km della LL).

La riduzione della lunghezza del tracciato è ciò che risalta immediatamente guardando i dati caratteristici della Direttissima, ma si nota anche la notevole mole di opere d'arte che sono state necessarie per realizzare la linea: ben 42 gallerie e 65 viadotti che insieme coprono il 50% del percorso. E non poteva essere altrimenti, viste le caratteristiche orografiche del territorio attraversato e l'esigenza di evitare i "giri viziosi" che caratterizzano la linea storica.

La LL e la Direttissima comunicano grazie a 10 interconnessioni che permettono numerosi interscambi tra le due linee. Percorrendo la Direttissima da Roma verso Firenze, le interconnessioni "Sud" permettono di abbandonare la Direttissima per tornare sul vecchio tracciato, mentre la interconnessioni "Nord" servono a lasciare la vecchia linea per immettersi su quella nuova. Ovviamente la cosa è speculare in senso inverso.

Interconnessione	Progr.Km (da Roma)
-------------------------	---------------------------

Orte Sud.....	64+280
Orte Nord.....	74+220
Orvieto Sud.....	104+420
Orvieto Nord.....	114+920
Chiusi Sud.....	134+390
Chiusi Nord.....	154+250
Arezzo Sud.....	189+070
Arezzo Nord.....	199+590
Valdarno Sud.....	214+750
Valdarno Nord.....	234+790

Dal punto di vista dei lavori, basandosi sulle date di apertura dei cantieri possiamo suddividere la realizzazione della DD in quattro fasi, riconducibili ad altrettante sezioni della stessa:

- Settebagni – Città della Pieve (Chiusi Sud) di 122 Km (inizio lavori 1970)
- Città Della Pieve – Arezzo Sud di 52 Km (inizio lavori 1976)
- Arezzo Sud – Valdarno Nord di 44 Km (inizio lavori 1984)
- Valdarno Nord – Rovezzano di 20 Km (inizio lavori nel 1970).

3.2.1) Settebagni – Città Della Pieve (122 Km)

Assieme al tronco "Valdarno – Rovezzano", questa fu la prima tratta su cui iniziarono i lavori.

Partendo da Settebagni, mentre la LL segue la valle del Tevere fino ad Orte, coprendo un'ampia ansa a destra che allunga notevolmente il tracciato, la DD punta direttamente verso Orte, attraversando una zona prevalentemente montuosa (si attraversa anche il Monte Soratte), con un tracciato che si sviluppa quindi in gran parte in galleria. Giunti nei pressi di Orte la linea attraversa il Monte Sassofreddo con un tunnel di oltre 9 Km, all'interno del quale è stata realizzata l'interconnessione Orte Sud. Poco dopo lo sbocco "Nord" della galleria troviamo l'interconnessione Orte Nord. Da lì si prosegue verso Orvieto Sud e Orvieto Nord. Subito dopo quest'ultima ha inizio il lungo viadotto sul Fiume Paglia, che con i suoi 5.375m di lunghezza, suddivisi su 250 campate da 25 m e 5 campate ad arco da 50m, è uno dei viadotti ferroviari più lunghi del mondo.

Si prosegue poi attraverso la galleria di Fabro, che permette di entrare in Val di Chiana, e di lì fino a Città della Pieve, dov'è stata realizzata l'interconnessione di Chiusi Sud. Questa interconnessione, inizialmente provvisoria, è poi diventata definitiva nella revisione del progetto.

Il primo tratto ad essere ultimato fu quello fra Orvieto Nord e Città della Pieve(21,7 Km), aperto all'esercizio il 16 settembre 1976. Poco dopo, il 14 dicembre, era la volta del tratto fra Settebagni e Gallese (44,7 Km), dove era stata realizzata una interconnessione provvisoria, visto che la galleria di Orte era molto in ritardo sui tempi di realizzazione, causa problemi di natura geologica. Nel frattempo il 9 novembre era stata attivata la linea indipendente Settebagni – Roma Tiburtina, estensione del quadruplicamento dei binari fino alle porte di Roma Termini. Infine, il 16 febbraio 1977 veniva attivato anche il tratto tra Orte Nord e Orvieto Nord (40,7 Km). Così, il 24 febbraio 1977, con una cerimonia ufficiale, si teneva l'inaugurazione della prima sezione della Direttissima fra Settebagni e Città della Pieve. La galleria di Orte veniva completata tre anni più tardi, e aperta all'esercizio il 29 aprile 1980, consentendo di sopprimere l'interconnessione provvisoria di Gallese.

Questa galleria, sotto il monte Sassofreddo merita una piccola parentesi. Lunga 9.375 m, la sua realizzazione è stata una delle più difficili dell'intera linea a causa della natura del terreno (uno strato particolarmente friabile di limo sabbioso misto ad argilla) unita a forti infiltrazioni d'acqua, che determinarono la sospensione dei lavori in diverse occasioni.

Infatti il tunnel venne completato con alcuni anni di ritardo rispetto al resto della tratta e, nonostante tutti gli accorgimenti messi in atto, la stabilità della parte centrale è sempre stata precaria, tanto che durante gli anni '90 si dovette nuovamente correre ai ripari. Dapprima venne fortemente limitata la velocità massima dei convogli in quel tratto, poi il tunnel venne nuovamente chiuso dal 9 giugno 1996 al 16 aprile 1999 onde permettere ulteriori lavori di rifacimento e consolidamento della volta, che hanno determinato una riduzione della sezione nel tratto centrale, il che potrebbe dare problemi qualora si decidesse di convertire il sistema di alimentazione degli attuali 3 KV in continua al 25 KV in alternata monofase delle nuove linee AV, visto che allo stato attuale mancherebbe il franco elettrico necessario.

E probabile quindi che la galleria di Orte sarà nuovamente oggetto di lavori nel medio periodo.

3.2.2) Città della Pieve – Arezzo Sud (52 Km)

I cantieri su questa tratta vennero aperti nel 1976. Dal punto di vista orografico, la linea corre lungo la Val di Chiana (una altopiano a 250 m slm formato dai detriti portati dall'Arno quando questo era un affluente del Tevere) ed è quella che ha prestato i minori problemi di realizzazione. Dopo Città della Pieve, si passa in galleria sotto la collina su cui sorge la città di Chiusi. Poco più a nord, nei pressi di Montallese, troviamo l'interconnessione Chiusi Nord, dopodiché la linea prosegue con un andamento generalmente pianeggiante, fino ad arrivare nei pressi di Frassineto, dove troviamo l'interconnessione di Arezzo Sud.

Il progetto originale prevedeva che l'interconnessione Chiusi Nord fosse realizzata presso Frassineto, anziché a Montallese; questo però avrebbe comportato una pesante limitazione per tutti i convogli che avessero dovuto fare scalo a Chiusi, costretti a percorrere un lungo tratto del vecchio tracciato. Inoltre il collegamento di Arezzo con la Direttissima sarebbe stato fortemente penalizzato. Si optò quindi per un arretramento dell'interconnessione Chiusi Nord, che venne realizzata come detto a Montallese. Qui i binari in uscita (provenendo da Firenze) si raccordano alla linea Siena – Chiusi, che in quel tratto corre nei pressi della Direttissima. Così il tratto finale Montallese - Chiusi

(di oltre 11 km) è stato raddoppiato ed elettrificato (la linea Siena – Chiusi è una linea a semplice binario a trazione diesel) per essere usato come raccordo tra la DD e la stazione di Chiusi. E nei pressi di Frassineto, al posto della prevista Chiusi Nord è stata realizzata

l'interconnessione di Arezzo Sud, dando la possibilità alla città aretina di usufruire pienamente delle potenzialità della Direttissima. Questa tratta di 51 Km è stata aperta il 29 settembre 1985.

3.2.3) Arezzo Sud – Valdarno Nord (44 Km)

Una lunga serie di incertezze e discussioni, soprattutto con le autorità locali, sull'effettivo tracciato che avrebbe dovuto seguire la Direttissima in questo tratto (per anni si è discusso su come collegare Arezzo alla DD), ne bloccarono a lungo la realizzazione, tanto che i lavori vennero iniziati soltanto nel 1984. La linea, dopo l'interconnessione Arezzo Sud, prosegue pressoché rettilinea lungo la parte della Val Di Chiana, lasciandosi a destra l'abitato di Arezzo ed i paesi limitrofi, per poi portarsi a nord del fiume Arno nei pressi dell'abitato di Rondine. Di qui in poi segue parallelamente il corso dell'Arno, con un primo tratto, a monte, caratterizzato da una successione di gallerie, mentre nel tratto finale la linea si affianca al tracciato dell'Autostrada A1.

Un primo tratto, da Arezzo Sud a Valdarno Sud, fu aperto all'esercizio il 27 maggio 1990, mentre quello rimanente, tra le interconnessioni di Valdarno Sud e Valdarno Nord, venne attivato il 26 maggio 1992, cosicché dopo 22 anni di lavori la Direttissima era completata.

3.2.4) Valdarno Nord – Rovezzano (20 Km)

I lavori su questo tratto iniziarono già nel 1970. Scopo di questo ultimo tronco era quello di evitare la lunga ansa naturale della valle dell'Arno, che da Incisa raggiunge Firenze passando per Pontassieve, mediante la realizzazione di un tunnel di 10.954m (il più lungo di tutta la linea) sotto il monte di San Donato.

Le numerose difficoltà geologiche incontrate nella realizzazione del tunnel hanno notevolmente rallentato lo sviluppo dei lavori, ma l'ostacolo più grosso fu posto dall'amministrazione locale di Firenze, per l'integrazione della nuova linea nel territorio. I progetti iniziali prevedevano l'attraversamento sotterraneo dell'abitato fiorentino, con una nuova stazione, pure sotterranea dedicata all'Alta Velocità, in modo da evitare l'arresto nella stazione di Firenze Santa Maria Novella, che essendo stazione di testa, comporta perditempo dovuti all'inversione di marcia dei convogli. Forti opposizioni e remore sull'effettiva fattibilità portarono a rinviare ogni decisione, senza che si trovasse un accordo, finché non si convenne sulla soluzione di arrestare la Direttissima presso Rovezzano, dove si sarebbe raccordata alla linea ferroviaria già esistente per l'ingresso in

città. Così, tra ritardi e problemi, la linea venne completata ben 16 anni dopo l'inizio dei lavori, e l'esercizio venne attivato il 30 maggio 1986.

3.3) Gli impianti e la loro evoluzione

Essendo la Direttissima Roma- Firenze destinata all'esercizio dell'Alta Velocità, è stata posta una particolare cura nella progettazione dell'infrastruttura e degli impianti.

3.3.1) Tracciato e armamento

La DD non presenta attraversamenti a raso da parte di altre linee ferroviarie o di strade e i raccordi con la Linea Lenta Firenze – Roma sono privi di incroci. I binari e i vari impianti ferroviari sono dotati di recinzione metallica alta 130 centimetri.

Per consentire la velocità massima di 250 Km/h il tracciato è stato studiato con raggi di curvatura di almeno 3.000 metri, un interbinario di 4 metri, rispetto a 3,55 metri delle altre linee FS, e pendenze massime dell'8 per mille, ridotte al 7,5 per mille nei tratti in galleria. Sulla tratta Rovezzano – Chiusi Sud, progettata per i 300 Km/h, la distanza tra gli assi dei binari è stata elevata a 4,3 metri e il raggi di curvatura minimo 3.900 metri.

Allo stato attuale la velocità massima di esercizio è comunque fissata a 250 km/h, in relazione alle caratteristiche del segnalamento e della linea aerea.

La gallerie hanno i tratti iniziali sagomati ad imbuto per attutire l'impatto aerodinamico dei treni, che imboccando il traforo ad alta velocità, comprimono improvvisamente la massa d'aria di fronte contro i fianchi dell'opera, pertanto il raggio della calotta in corrispondenza del portale di ingresso è di 6,5 metri, mentre nella parte centrale è di 4,725 metri rispetto ai 4,5 delle altre gallerie.

Sulla DD, come per tutta la rete principale, è stato adottato un armamento con rotaie tipo UIC-60, vale a dire rotaie da 60 Kg/m, posate su traverse in cemento armato precompresso, che a partire dagli anni '90 sono del tipo FS U 35 da 290 Kg con attacco elastico tipo Pandrol. Il tutto annegato in una massicciata in pietrisco basaltico, la cui pezzatura (cioè la dimensione e le caratteristiche dei singoli "sassi") negli anni è stata migliorata per evitare eventuali fenomeni di risucchio e sollevamento da parte del materiale rotabile in transito ad alta velocità.

Sulle 10 interconnessioni sono stati posti in opera deviatori speciali, da 1.200 metri di raggio, tali da consentire di percorrere il ramo deviato alla velocità massima di 100 Km/h.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Oltre alle interconnessioni vi sono 15 "Posti di Comunicazione", nei quali deviatori da 3.000 metri di raggio (tangente 0,022) collegano i due binari di corsa con la possibilità di percorrere il ramo deviato alla velocità massima di 160 Km/h.

Infine, circa a metà strada tra Settebagni ed Orte, è stato realizzato il Posto di Movimento di Sant'Oreste, dove due binari di ricovero esterni permettono di realizzare precedenza tra i convogli.

A partire dalla seconda metà degli anni '90, dopo un adeguato periodo di sperimentazione al Posto di Comunicazione Renacci, è stata avviata la progressiva sostituzione di tutti i deviatori con altri "a cuore mobile", che permettono di realizzare la continuità del binario su qualsiasi itinerario, condizione necessaria per poter viaggiare a velocità superiori a 250 Km/h.

Posti di Comunicazione e di Movimento

Posto	Progr.Km (da Roma)
P.C. Capena.....	31+960
P.M.Sant'Oreste.....	43+490
P.C.Gallese.....	60+860
P.C.Bassano.....	76+310
P.C.Civitella d'Agliano.....	93+390
P.C.Orvieto.....	108+580
P.C.Allerona.....	121+210
P.C.Città della Pieve.....	138+630
P.C.Montallese.....	156+320
P.C.Farneta Sud (smantellato).....	166+420
P.C.Farneta Nord(smantellato).....	169+080
P.C.Rigutino.....	183+570
P.C.Arezzo(smantellato).....	196+800
P.C.Ascione.....	212+620
P.C.Renacci.....	227+710
P.C.San Donato.....	240+460

I P.C. Farneta Sud, Farneta Nord e Arezzo sono stati disabilitati e smantellati nella seconda metà degli anni '90.

3.3.2) Rilevamento temperature boccole

Ad incrementare ulteriormente la sicurezza, sono stati installati una serie di impianti per il rilevamento della temperatura delle boccole dei treni in transito. Questi rilevatori sono collegati col sistema di segnalamento della linea e, nel caso venga registrata una temperatura superiore ai valori ammessi, il segnale collegato viene automaticamente a via impedita onde poter fermare il treno prima che il surriscaldamento possa compromettere la sicurezza.

Impianti RTB

Progr.Km (da Roma)	Rilevamento
53+254.....	Binario pari e dispari
85+768.....	Binario pari e dispari
121+318.....	Binario pari e dispari
148+300.....	Binario pari e dispari
175+679.....	Binario pari e dispari
202+777	Solo binario pari
207+345.....	Solo binario dispari
224+022.....	Solo binario pari
237+347.....	Solo binario dispari

3.3.3) Sottostazioni e linea aerea

Dopo una prima ipotesi di alimentare la DD con una tensione nominale doppia rispetto a quella presente sul resto della rete (6.000 V invece di 3.000 V, viste le potenze più elevate, quindi maggiori assorbimenti di corrente dei mezzi di trazione), si optò per una soluzione che privilegiasse la compatibilità e la semplicità di utilizzo della linea, adottando il sistema standard di elettrificazione a 3.000V in corrente continua.

L'alimentazione viene garantita da una linea dorsale dedicata a 130.000V. A queste sono allacciate le singole sottostazioni elettriche, poste mediamente ogni 26 Km circa, dotati di tre gruppi di conversione al silicio da 5400 KW . Anche la linea aerea è di concezione particolare. Date le velocità e gli assorbimenti di corrente in gioco, soprattutto dopo l'attivazione dei servizi a 250 Km/h con i Pendolini e gli ETR 500, è stata oggetto di continui miglioramenti per ottimizzare l'accoppiamento dinamico catenaria – pantografo, di monitoraggio in punti singolari e sperimentazioni, finalizzate anche a studi in vista delle nuove linee AV da 300 Km/h.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Per assicurare un buon accoppiamento tra filo e pantografo a 250 Km/h con assorbimenti di corrente superiori a 2000 Ampères, la tensione meccanica della catenaria, mediante contrappesatura, è superiore a quella delle altre linee FS e riguarda sia i due fili di contatto con sezione di 150 mm² (2 X 1.500 kg), sia la fune portante di rame al cadmio da 160 mm² (2.750 Kg).

La linea aerea è sospesa tramite mensole inclinate a portali a traliccio (posti ogni 60 metri nei tratti a cielo aperto), appositamente studiati. Infatti la normale posa tramite pali tubolari non era proponibile, a causa della tendenza di questi ultimi ad oscillare al transito dei convogli particolarmente veloci: oscillazioni che si ripercuotono negativamente sul filo di contatto con un sostanziale decadimento della qualità di captazione della corrente.

Si sono quindi scelti i portali a traliccio zincati a fuoco, grazie ai quali si è potuta ottenere un'opportuna rigidità laterale. I portali sono ancorati al suolo per mezzo di cerniere mobili, lasciando quindi un opportuno grado di elasticità in senso longitudinale, grazie al quale vengono notevolmente assorbite e ridotte le sollecitazioni trasmesse dal terreno nel passaggio dei convogli.

Negli ultimi anni la linea aerea ha subito un sostanziale rinnovamento, adottando il tipo di sospensione a puntone inclinato in uso sulle nuove linee AV in costruzione, alimentate a 25 kV corrente alternata. Questa modifica è il frutto di un'approfondita sperimentazione risalente al 1999, tra Valdarno Nord e il P.C. Renacci, che ha visto la posa in opera di otto regolazioni differenti, collegate a stazioni di misura a terra, testate da un ETR 500 adeguatamente strumentato. Le otto regolazioni con sospensione a puntone inclinato in alluminio, presentavano varie inclinazioni e tesature con due fili di contatto e corde portanti: quattro con sezione complessiva di 610 mm² e quattro di 640 mm². La migliore è risultata la 540 C con due fili da 150 mm² e due corde da 120 mm², che dal 2000 ha iniziato ad essere adottata a partire dalla tratta Settebagni – P.C. Bassano di 55 Km. Tra l'altro questa catenaria utilizza gli stessi conduttori adottati sulle linee AV, alimentata a 25 kV ca, consentendo un eventuale conversione da 3 a 25 kV tramite la semplice soppressione di una coppia filo di contatto-corda portante, per ottenere una sezione di 270 mm².

3.3.4) Caratteristiche generali della Direttissima Roma – Firenze

Lunghezza del tracciato.....	237,5 Km
Viadotti e ponti.....	65 per un totale di 46 Km
Gallerie.....	42 per un totale di 72 Km
Velocità massima di progetto.....	250 Km/h – 300 Km/h da Chiusi a Rovezzano
Velocità massima di esercizio.....	250 Km/h
Pendenza massima.....	8‰ (7,5‰ in galleria)
Interbinario.....	4 m – 4,3 da Chiusi a Rovezzano
Raggio di curvatura minimo.....	3.000m – 3.900m da Chiusi a Rovezzano
Alimentazione.....	3 KV cc
Tempo di percorrenza attuale.....	95 minuti
Barriere antirumore.....	100 Km

4)IL SISTEMA ALTA VELOCITA'/ALTA CAPACITA'

4.1) L'impostazione del sistema AV/AC

In origine il sistema AV nasce in una logica che prevede l'alta velocità come un sistema, ad elevatissime caratteristiche prestazionali, separato dalla rete ferroviaria tradizionale. Veniva infatti "pensato" come un sistema ferroviario, dedicato al traffico passeggeri, lungo la direttrice dorsale nord-sud, Milano-Napoli e la direttrice trasversale ovest-est Torino-Venezia.

Anche se impostato come un sistema separato dalle linee ferroviarie esistenti, tale importante intervento infrastrutturale veniva a collocarsi, nell'ambito più ampio del trasporto nazionale, in una posizione strategica primaria chiaramente riconosciuta dal Piano Generale dei Trasporti, approvato nel 1986 e aggiornato nel 1991 che fissava, fra i suoi obiettivi principali, quelli di trasferire significative quote di traffico dalla strada alla ferrovia, favorendo la migliore integrazione dei trasporti nei collegamenti fra i grandi centri urbani e gli impianti portuali e aeroportuali a questi afferenti, in una logica finalizzata al collegamento con le altre reti ferroviarie europee.

Per la progettazione esecutiva, finalizzata alla realizzazione degli interventi e per lo sfruttamento economico del Sistema Alta Velocità, nell'Agosto 1991, le Ferrovie affidavano alla Società TAV SpA apposita concessione.

Nel dicembre del 1996, in relazione a quanto riportato nel "collegato alla legge finanziaria del 1997" si è dato l'avvio alla verifica dello stato di attuazione del Progetto Alta Velocità. Tali verifiche hanno fatto evolvere il Progetto verso una "vocazione" più funzionale al potenziamento della rete ferroviaria nel suo complesso in modo tale da consentire un proficuo interscambio a livello infrastrutturale fra i nuovi impianti e quelli esistenti con l'obiettivo di elevare sensibilmente il livello di offerta su tutto il sistema ferroviario.

Il termine "Alta Velocità" è stato pertanto sostituito dal termine "Alta Capacità" che pur mantenendo per le nuove linee la caratteristica di elevata velocità, tende a porre come primario obiettivo, quello finalizzato alla migliore integrazione fra i due sistemi ferroviari dando vita ad un sistema unico che ne compatibilizza le diverse caratteristiche.

Alla fine degli anni Novanta si è pervenuti alla scelta dell'adozione del sistema di alimentazione elettrica che ha privilegiato quello a 2x25Kv 50 Hz.

4.2) Le caratteristiche tecniche

A seguito delle verifiche, a livello di Commissione Parlamentare, sono state definite le specifiche di base delle linee veloci del Sistema Alta Capacità:

Per consentire la velocità massima di 300 Km/h, le nuove linee sono state progettate con un interasse tra i binari di 5 metri e un raggio di curvatura minimo di 5.450 metri.

4.2.1) Armamento

La rotaia è di tipo classico 60 UIC: per i binari di corsa è in barre di 108 m, ottenute mediante unica laminazione, onde disporre di una linea con il minor numero di saldature possibili. L'approvvigionamento è avvenuto presso l'acciaieria austriaca VAS, la prima a produrre rotaie di questa lunghezza senza saldature. Per i binari di precedenza e per le interconnessioni, invece, si utilizzano rotaie in barre da 36 m.

Anche le traverse sono di due tipi: il modello RN, concepito nel 1995, lunga 2,60 metri, massa di 355 Kg e attacchi elastici Prandol, con passo di posa di 60 cm sui binari di corsa e sull'interconnessione di Caserta e il tipo normale FSV35P per i binari di precedenza, i Posti di Movimento e le altre interconnessioni.

Una scelta analoga riguarda i deviatori, tipo S.60 UNI 3000/tg 0,022 con cuore a punta mobile e velocità in deviata di 160 Km/h per i Posti in Movimento, Comunicazione e interconnessione, tipo S.60 UNI 400/tg 0,074 con cuore a punta mobile e velocità in deviata di 60 Km/h per il collegamento con binari di precedenza nei Posti in Movimento. Entrambi questi deviatori sono stati omologati nel 2000 sulla Direttissima al P.M. Gallese.

Sugli innesti con la linea storica sono presenti i classici deviatori S.60 1200/tg 0,040 con cuore a punta fissa da 100 Km/h in deviata.

4.2.2) Alimentazione in monofase 2x25 kV

Ad aprile del 1992 le FS decisero di adottare sulle linee AV in costruzione il sistema di elettrificazione a corrente alternata monofase 2x25kV/50 Hz, ma sulle interconnessioni e nei nodi urbani, per evitare interferenze con il sistema tradizionale, l'alimentazione sarebbe rimasta a 3 kV cc.

Il sistema a 2x25 kV ca è più utilizzato sulle linee veloci a grandi capacità di traffico, in quanto permette di disporre della potenza necessaria per far viaggiare convogli frequenti e veloci, evitando nella captazione della corrente dai pantografi le complicazioni tipiche dei 3 kV cc, poiché sono in gioco assorbimenti di corrente inferiori: pensiamo infatti agli ETR 500 che oltre i 200 Km/h in Direttissima devono viaggiare con un pantografo in presa, quindi con una sola motrice attiva. Inoltre il monofase nelle sottostazioni elettriche non richiede apparecchiature di conversione da corrente alternata a continua e consente di ridurre il numero delle sottostazioni e le cadute di tensione lungo la linea.

Le nuove linee sono elettrificate con il sistema "2x25", adottato sulla rete AV francese, che è un'evoluzione del monofase a 25 kV, i cui limiti, nell'ambito delle alte potenze installate, richieste dall'AV, si manifestano nei forti costi per le linee primarie di alimentazione e per le sottostazioni elettriche a causa delle sensibili perdite di caduta di tensione dovute alle sue caratteristiche (alta impedenza di linea, ecc.). Il sistema "2x25" consente infatti di minimizzare queste perdite, dunque di distanziare le sottostazioni fra loro e rispetto alle linee primarie di alimentazione. È costituito da sottostazioni dotate di trasformatori a 50 kV i cui secondari hanno tre morsetti. A quelli estremi sono collegati, rispettivamente, la linea di contatto e un conduttore detto "alimentatore negativo" che è posto in parallelo alla linea di contatto sugli stessi pali di sostegno, in modo da minimizzare l'impedenza di linea. Al morsetto centrale è collegato il binario, in modo che il materiale motore si trovi alimentato alla tensione di 2x25 kV 50 Hz.

Le nuove linee AV sono alimentate in modo da poter sostenere la circolazione di treni di 12 MW distanziati di 5 minuti con un margine residuo di potenzialità.

Sulla Roma – Napoli l'energia elettrica viene fornita dall'ENEL in corrispondenza delle sottostazioni elettriche di Galliciano, S.Giovanni Incarico e Marcianise. L'alimentazione è del tipo "dedicata e bilaterale", cioè le tre sottostazioni in oggetto sono collegate tramite un

elettrodo a 132 kW alle più vicine stazioni ENEL a 380 kW, dov'è installato un autotrasformatore dedicato. Tutte le sottostazioni elettriche della linea, distanziate di 40-50 Km (Galliciano, Anagni, S.Giovanni Incarico, Vairano e Marcellanise) sono collegate fra loro da un elettrodo a 132 kV dedicato in "entra e esci", così che ogni SSE dispone di una alimentazione bilaterale da due fonti ENEL.

Sulla Torino – Novara vi sono due sottostazioni: a Chivasso e a Greggio.

Tra due sottostazioni elettriche, in media ogni 12 Km, sono dislocati i posti di parallelo e autotrasformazione dotati di autotrasformatori a 50 kV, con morsetto centrale collegato al binario, che hanno il compito di distribuire la corrente assorbita dai convogli tra la linea di contatto e l'alimentatore negativo, senza interessare l'intera tratta alimentata da ciascuna sottostazione. Nei punti di confine con il sistema a 3 kV cc è inserito un tratto neutro mentre sul binario i ritorni dei due sistemi di trazione vengono separati con l'inserimento di due giunti isolanti per ogni rotaia.

La linea aerea di contatto è costituita da una corda di rame portante con sezione pari a 120mm² e un filo di contatto pari a 150 mm². La sezione complessiva di rame della catenaria è dunque di 270 mm². Per il conduttore di ritorno (alimentazione o feeder a -25kV) si adotta una corda di alluminio- acciaio di sezione pari a 307,7 mm².

La sospensione delle linee di contatto è del tipo a puntone inclinato, realizzata in lega di alluminio per evitare fenomeni di corrosione; inoltre per il minor peso rispetto a quella tradizionale offre anche il vantaggio di una maggiore maneggevolezza in sede di manutenzione. La lunghezza delle campate è generalmente di 60 metri con posto di regolazione automatica ogni 1.400 metri.

Le condutture di contatto e l'alimentatore sono isolati con isolanti in materiale composito (fibra di vetro e gomma siliconica).

4.2.3) La sicurezza

Un aspetto particolarmente curato è quello della sicurezza: innanzitutto la sicurezza della marcia dei treni riguardante il monitoraggio della temperatura delle boccole, per rilevare eventuali surriscaldamenti. Quindi, oltre al sistema presente sugli ETR500, con il segnale dall'allarme sul banco di guida, in linea ogni 24Km vi sono impianti di rilevamento della temperatura delle boccole.

Questa configurazione permette, in caso di necessità, di arrestare il treno e adottare i provvedimenti più opportuni nel rispetto della sicurezza.

La necessità di tenere sotto controllo le sottostazioni elettriche e gli edifici tecnologici, oltre alla recinzione, prevede un sistema di antintrusione e videosorveglianza con trasmissione degli allarmi al posto centrale presenziato.

I fabbricati di minore importanza per la gestione del traffico ferroviario sono dotati di sole protezioni passive, quali strutture blindate ed antisfondamento ai serramenti. Gli impianti di segnalamento e telecomunicazione, in caso di incendio, sono protetti da apparecchiature di rilevazione di fumo e fiamma con spegnimento automatico.

Anche le gallerie principali sono progettate per far fronte all'emergenza fuoco, perciò sono dotate di sistema idrico antincendio.

Le finestre laterali costituiscono rapide "vie di fuga" verso l'esterno, inoltre in prossimità degli imbocchi e delle finestre vi sono piazzali di emergenza, collegati alla viabilità stradale, per la sosta dei mezzi di soccorso, dei Vigili del fuoco, delle autoambulanze e per il transito del mezzo bimodale strada-ferrovia. In prossimità degli imbocchi principali sono previste anche due piazzole di atterraggio per gli elicotteri.

Per la gestione dell'emergenza, le nicchie interne sono attrezzate con armadi per i materiali di soccorso e su entrambi i lati vi sono percorsi pedonali lunghi circa 65cm . La segnaletica è di tipo riflettente ad alta rifrangenza o luminescente, mentre gli impianti di diffusione sonora consentono di dare ai viaggiatori le istruzioni necessarie all'evacuazione e di facilitare le eventuali operazioni di soccorso in caso di emergenze o anomalie durante l'esercizio ferroviario. Un impianto microfonico, collegato al posto centrale di Sorveglianza, permette le comunicazioni con gli operatori della ferrovia.

4.2.3.1) Il sistema ERTMS/ETCS della rete ad alta velocità italiana

L'introduzione delle nuove tecnologie informatiche e telematiche nei sistemi ferroviari ha dato l'avvio ad una nuova era per il trasporto su ferro, offrendo la possibilità di incrementare, attraverso l'innovazione tecnologica, la qualità del servizio e della sicurezza.

Tra le più significative innovazioni introdotte in questo campo negli ultimi anni vi è senza dubbio l' *European Rail Traffic Management System*, il sistema europeo per il di stanziamento automatico dei treni, più noto con l'acronimo ERTMS.

L'ERTMS, articolato su tre livelli e sull'introduzione di tecnologie telematiche, rappresenta il primo significativo passo verso l'interoperabilità dei sistemi ferroviari, strumento fondamentale per la realizzazione della rete *transeuropea* di trasporto e corollario

indispensabile all'evoluzione del trasporto ferroviario, al miglioramento del servizio e al riequilibrio modale.

Il passaggio dalla tecnologia a relè ai sistemi telematici, che integrano telecomunicazioni, software e sistemi elettronici *embedded* distribuiti, se da un lato offre la possibilità di incrementare logiche di controllo complesse, in grado di accrescere significativamente la performance e la sicurezza del trasporto ferroviario, dall'altro rende i nuovi sistemi, se non ben progettati, maggiormente esposti a malfunzionamenti. L'introduzione delle nuove tecnologie telematiche nei sistemi di segnalamento ha, di fatto, spostato una parte significativa della criticità dagli apparati di campo alle fasi di progettazione e implementazione delle logiche di supervisione e controllo.

La complessità di tale processo suggerisce un nuovo approccio sistematico alle fasi di analisi e verifica dei requisiti utente, basato sul ricorso ai linguaggi formali standard per la rappresentazione delle specifiche e a strumenti informatici avanzati per il controllo delle logiche così implementate.

Dal punto di vista architetturale, l'ERTMS si basa sull'integrazione tra il nuovo sistema di controllo e comando ETCS (European Train Control System) e quello di comunicazione radio per voce e dati GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railways), derivato dal GSM specificatamente per applicazioni ferroviarie.

L'ERTMS/ETCS prevede tre differenti livelli applicativi, per permettere ad ogni operatore ferroviario nazionale di individuare il livello più idoneo in funzione delle infrastrutture disponibili, delle prestazioni volute e delle strategie di investimento pianificate.

I tre livelli si differenziano principalmente in base all'attrezzaggio utilizzato dai sottosistemi di terra e di bordo, in relazione alla modalità di trasferimento delle informazioni e alle funzioni processate nei due sottosistemi.

Il livello 1 utilizza il sottosistema EUROBALISE per la trasmissione discontinua dei dati dalla terra al treno ed è applicato sul sistema di segnalamento esistente.

Il livello 2 utilizza in aggiunta il protocollo EURORADIO (GSM-R) per la trasmissione continua via radio dei dati tra la terra e il treno. Tale soluzione non richiede la presenza dei segnali lungo la linea, anche perché le velocità sono tali da renderne poco sicura l'interpretazione visiva.

Il livello 3, infine, si distingue dal livello due principalmente per l'introduzione a bordo del sistema per la valutazione dell'integrità del treno e a terra del blocco mobile.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

I treni equipaggiati con ERTMS/ETCS possono viaggiare sulle linee attrezzate con i sistemi nazionali di controllo treno e supervisioni della velocità, grazie ad un modulo di bordo denominato STM (Specific Transmission Module).

Attualmente il sistema italiano per l'Alta Velocità utilizza il livello applicativo 2 di ERTMS/ETCS.

L'architettura dell'ERTMS implementato in Italia sulle nuove linee ad Alta Velocità si sviluppa in tre parti: un sottosistema di terra (SST), un sottosistema di bordo (SSB), e un sottosistema di comunicazione GSM-R che permette lo scambio di informazioni tra i primi due.

Il primo ospita la maggior parte delle funzioni dell'intero sistema di distanziamento automatico dei treni ed elabora le azioni unendo le informazioni della linea con quelle provenienti dai treni.

Il sottosistema di bordo supporta le funzioni di protezione del treno e controlla la velocità, confrontando quella istantanea con quella prevista, elaborata in base alle caratteristiche della tratta da percorrere inviate dal SST (Radio Block Center, RBC).

Dal punto di vista logico i sottosistemi di terra e di bordo a livello 2 cooperano al fine di realizzare la funzione di *Route Management System* di gestione dell'itinerario (*Interlocking system*), che è responsabile dello stato di occupazione dei binari e dell'instradamento dei treni, e quella di suddivisione (*separation*), che permette il distanziamento dei treni lungo la tratta con l'invio delle autorizzazioni (*Movement Authority, MA*) e del profilo statico di velocità.

La principale funzione del Radio Block Center è di concedere la MA al treno. Questa contiene tutte le informazioni relative al tratto di linea percorribile dal treno e necessarie all'EVC (European Vital Computer) di bordo per calcolare e impostare il profilo dinamico di velocità. Il RBC è in grado, inoltre, di aggiornare, estendere, ridurre o revocare la MA tramite messaggi di emergenza al treno.

La natura vitale dei servizi connessi al sistema automatico di distanziamento dei treni rende l'ERTMS/ETCS un "sistema critico"; ciò richiede una profonda attività di *testing*, non solo degli apparati, ma anche della logica e del software che la implementa, in accordo con gli standard internazionali relativi alla RAMS (*Reliability, Availability, Maintainability and Safety*) per applicazioni ferroviarie. Le caratteristiche del sistema suggeriscono, inoltre, la realizzazione sia di *test positivi* che *negativi*: i primi verificando la logica,

utilizzando set di dati coerenti con il contesto operativo e privi di ambiguità di interpretazione, mentre i secondi valutano la *robustezza* della logica implementata.

Le principali criticità connesse ai processi di verifica e validazione così realizzati riguardano:

- il gran numero di condizioni da verificare nei test;
- il tempo necessario per la realizzazione sia dei test negativi che di quelli positivi;
- la necessità di ripetere tutti i test ad ogni nuova versione delle specifiche.

Un supporto al team addetto alle verifiche del sistema può essere fornito dagli ambienti software di simulazione in grado di realizzare i test in maniera automatica su modelli formali che rappresentano la logica del sistema ERTMS/ETCS.

4.2.3.2) Rappresentazione logica del funzionamento del sottosistema di terra dell'ERTMS mediante linguaggi formali

La verifica dei requisiti legati alla sicurezza e della coerenza della logica di funzionamento rispetto ai requisiti utente riveste primaria importanza nel processo di accettazione di un nuovo sistema di controllo automatico del treno. Al fine di rendere più efficaci le azioni di verifica sulla logica implementata, occorre rielaborare in maniera completa, semplice e trasparente le specifiche funzionali che traducono i requisiti utente, garantendo tracciabilità a tutti i processi. Ciò è necessario in particolare modo, per sistemi complessi come l'ERTMS, che presentano specifiche verbose molto articolate e prodotte in forma testuale e per i quali risulta molto difficile tracciarne l'evoluzione in presenza di particolari eventi.

L'utilizzo di linguaggi formali risulta di grande interesse in questi casi, dov'è richiesta l'analisi completa del comportamento dei sistemi al fine di verificare che in tutte le condizioni di funzionamento non occorran anomalies che potrebbero pregiudicare la sicurezza.

L'esperienza maturata da RFI nel campo della progettazione e verifica di sistemi a sicurezza intrinseca, come quelli di segnalamento, ha portato all'elaborazione di una metodologia per l'analisi delle specifiche della logica di funzionamento del SST dell'ERTMS. L'approccio messo a punto si basa su tecniche di test della logica di funzionamento del sistema capaci di fornire un'analisi *deterministica*, invece che probabilistica, e su un'opportuna strutturazione modulare dell'architettura. La logica di funzionamento è rappresentata da modelli a stati finiti, che rispondono a regole di completezza e di forma e

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

che offrono una rappresentazione ben strutturata e caratterizzata dalla presenza di chiari identificatori (ingressi, uscite, variabili di stato, ecc.), che riducono le possibilità di ambiguità interpretative, incompletezza e incongruenze.

Il lavoro nella prima fase ha riguardato il Sottosistema di Terra.

Il sistema è stato modellato con un approccio *grey-box*, ricorrendo ai diagrammi di stato e variabili di influenza: i diagrammi di stato sono riferiti agli scenari interagenti che limitano l'ambito funzionale dell'intero SST, mentre le loro interazioni sono state rappresentate mediante scambio di messaggi.

La complessità del sistema e del modello che lo rappresenta ha portato alla strutturazione del progetto in moduli raggruppati in scenari, ciascuno rappresentato da un automa a stati finiti deterministico.

Gli stati rappresentativi del sistema sono la sintesi di un processo di riduzione realizzato dal team di progetto con l'obiettivo di convergere verso la rappresentazione minima dello stesso individuando l'automa completo minimo.

Tale processo di riduzione ha riguardato anche le variabili di stato.

Gli scenari di riferimento individuati, che compongono l'intero modello della macchina a stati finiti, sono riportati nella tabella seguente:

Id	Scenario	Descrizione
1	EC	Gestioni Emergenza condizionata
2	EITT	Gestione Emergenza Incondizionata e Train Trip
3	EOM	End of Missing
4	HORBC	Hand-Over tra RBC
5	IDLE	Connessione GSM-R Euroradio
6	MLIN	Marcia in Linea (in FS e SR)
7	MSTA	Marcia in Stazione (su Itinerario di Ingresso e di Uscita)
8	RTB	Verifica Temperatura Boccole
9	SOM	Inizio Missione (in Stazione, in Linea, su Area di Confine)
10	L0L2	Ingresso in Area L2
11	L2L0	Uscita da Area L2

Definiti gli scenari, è stata definita la matrice di transizione, che evidenzia le transizioni possibili a partire da uno scenario corrente.

	Scenari di Partenza										
	EC	EITT	EOM	HORBC	IDLE	MLIN	MSTA	RTB	SOM	L0L2	L2L0
EC	1			1		1	1		1	1	1
EITT	1	1		1		1	1		1	1	1
EOM	1	1	1	1		1	1		1	1	1
HORBC						1	1		1		
IDLE	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
MLIN	1			1	1	1	1	1	1		
MSTA	1					1	1		1		
RTB								1			
SOM					1				1		
L0L2					1					1	
L2L0	1										1

In ogni scenario e per ogni stato si sono individuate due tipologie di variabili:

- *variabili caratteristiche dello stato*, variabili il cui insieme di valori definisce in maniera univoca ed esclusiva la permanenza in un determinato stato;
- *variabili influenzabili dallo stato*, variabili che, a partire dal particolare stato considerato, possono determinare una transizione verso un nuovo stato.

La stessa tipologia di classificazione è stata adottata a livello di scenario, dove, per ogni scenario, si sono individuate:

- *variabili caratteristiche dello scenario*;
- *variabili influenzabili dallo scenario*.

Ad ogni stato è associato in maniera univoca il set di variabili di stato con i corrispondenti valori che lo caratterizzano. I collegamenti tra differenti stati della macchina (transizioni) definiscono le possibili evoluzioni della logica di controllo. Le variabili associate alle transizioni contengono tutte e sole le variabili influenzabili dallo stato considerato.

La conoscenza delle variabili caratteristiche dello stato e di quelle influenzabili dallo stato stesso ha consentito di evidenziare, per ogni scenario, l'insieme delle variabili esterne allo scenario considerato: tale suddivisione è risultata particolarmente utile per la progettazione dei test negativi.

Il risultato evidenzia gli aspetti strutturali, funzionali e comportamentali della logica di controllo, rimarcando le relazioni gerarchiche fra le differenti fasi, i flussi informativi che li relazionano e le attività della logica di controllo. Inoltre fornisce, in maniera semplice ed intuitiva, indicazioni sui dati e sulle variabili che possono influenzare tale attività.

Meno evidente è, invece, la possibilità di analizzare gli aspetti comportamentali, legati all'evoluzione della macchina e a stati finiti in funzione delle sollecitazioni provenienti dall'esterno, in quanto sono valutabili solo attraverso un'analisi dinamica.

A tal fine per l'ambiente dei test è stato scelto il software commerciale Statemate Magnum, utilizzato per le analisi formali, per le verifiche dell'architettura di sistema e per la verifica e la validazione delle specifiche in applicazioni critiche, quali quelle del settore ferroviario.

4.3) I treni delle nuove linee AV

Per quanto riguarda il materiale rotabile da utilizzare sul sistema italiano AV/AC e sulle principali linee di collegamento, già a partire dalla prima metà degli anni '80 era stato redatto un piano di studio, costruzione e sperimentazione di prototipi, che doveva portare – nel giro di un decennio – alla realizzazione di una flotta di treni AV, denominati ETR500



Foto di un ETR 500

4.3.1) Descrizione dei treni ETR500 di 1° e 2° serie

Il treno destinato al sistema italiano ad AV è stato realizzato da un Consorzio, cui partecipano tutte le più importanti Industrie nazionali del settore, ciascuna per la parte di rispettiva specializzazione, denominato TREVI (TREno Veloce Italiano).

L'utilizzazione dei treni ETR500 è prevista prevalentemente sulle linee ad Alta Velocità, ma non si limita a questo in quanto è altresì prevista sulle linee principali della rete che si diramano dal sistema ad AV, realizzando così una penetrazione nel territorio molto vasta, permettendo a molti Centri del Paese di essere collegati col sistema AV e godere dei vantaggi, sia in termini di riduzione dei tempi di percorrenza, che di aumento del comfort di marcia e dei servizi offerti ai viaggiatori.

Come si è accennato, le FS hanno passato due ordini di ETR500 al Consorzio TREVI:

- il primo di 30 treni effettuato nel 1993, in cui le motrici del treno contengono le sole apparecchiature di trazione alimentabili a 3kV, anche se i treni possono funzionare a potenza ridotta anche a 1,5 kVcc;
- il secondo di ulteriori 30 treni effettuato nel 1995, in cui le motrici sono politemperatura e contengono tutte le apparecchiature atte a permettere l'alimentazione a 3,25 e – a potenza ridotta – a 1,5 kV.

In entrambi tali ordini la massa delle motrici non eccede 68 t (17 t/asse), permettendo così – insieme alla velocità massima di 300 km/h – la circolazione su tutte le linee AV europee.

Le principali caratteristiche dei treni del primo ordine sono perciò le seguenti:

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Composizione.....	2 motrici alle estremità e 11 rimorciate intermedie
Potenza continuativa.....	8800kW
Velocità massima.....	300 Km/h
Sforzo all'avviamento.....	350 kN
Lunghezza del treno.....	329 m
Massa del treno a carico.....	664 t
Posti offerti totali.....	588

Motrice

Massa totale.....	68 t
Lunghezza.....	20 m
Rodaggio.....	B'ob'o
.....	440 kW, con 2 moduli indipendenti GTO raffreddati a olio
Diametro ruote.....	1,1 m

Rimorciata

Massa a tara.....	42 t
Lunghezza	26,3 m
Larghezza.....	2,88 m
Diametro ruote.....	0,89 m
Posti offerti.....	50 in 1° classe e 70 in 2° classe (mediamente)

Per l'affidabilità è previsto che, con un'utilizzazione media del treno per turno di 16 ore e con una percorrenza massima di 1400 Km, la flotta ETR500 garantisca che il parametro di riferimento, definito come il numero di avarie per milione di Km che danno luogo ad un ritardo a fine corsa di 30' e/o alla richiesta della locomotiva di soccorso, non sia superiore a 2,5.

Infine per quanto riguarda la disponibilità si è stabilito che il fermo-treni per manutenzione straordinaria non debba superare il 4 % dell'intera flotta dei treni.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Come si è accennato, i treni di serie derivano dai treni prototipo ETR Y 500, cui sono state apportate numerose migliorie e modifiche per quanto riguarda:

- l'azionamento di trazione a inverter che utilizza GTO raffreddati a olio, anziché in aria;
- la massa statica per asse delle motrici che è stata contenuta in 17t per asse, per poter circolare su tutte le linee della rete europea ad alta velocità che impongono questo limite;
- è stato adottato un nuovo tipo di sospensione secondaria che permette una maggiore disponibilità di spazio in cassa, per cui il vano viaggiatori può essere allungato di circa 1,5 m rispetto ai prototipi;
- l'arredamento è stato completamente rinnovato con possibilità di scelta, da parte dei viaggiatori, fra scompartimenti e saloni (almeno in 1° classe);
- l'azionamento di trazione è stato trasformato per permettere l'alimentazione non solo a 3 kVcc, ma anche a 25 kVca, prevedendo l'utilizzazione di parte delle rimorciate adiacenti alle motrici per posizionarvi alcune apparecchiature elettriche di potenza.

Per quanto riguarda la parte elettrica di trazione, in ciascuna motrice il circuito è composto da due equipaggiamenti identici e modulari, ciascuno comprendente un convertitore a doppio stadio, un filtro d'ingresso e un convertitore per i servizi ausiliari; ogni inverter di trazione alimenta in parallelo i due motori di trazione asincroni trifase relativi a un carrello. Gli inverter sono composti da un primo stadio con un chopper per mantenere la tensione di uscita stabilizzata a 2,8 kVcc; il secondo stadio è formato da inverter composti da GTO raffreddati in olio che alimentano i motori di trazione variando i parametri della tensione e della frequenza per ottenere le diverse velocità e valori di coppia.

La frenatura elettrica è solo reostatica e utilizza dei reostati a colonna a ventilazione forzata; essa è comandata da chopper e funziona anche in assenza di tensioni alla catenaria.

L'alimentazione dei servizi ausiliari delle rimorciate avviene attraverso due linee a 600 Vcc, alle quali sono collegati i vari utilizzatori a mezzo convertitori trifasi.

Si ricorda inoltre ancora che la velocizzazione della rete e i collegamenti fra i principali Centri dei Paesi sono effettuati in maniera integrata dai due tipi di treni ad Alta Velocità realizzati dalle FS, e cioè ETR500 e ETR450/460/480 (Pendolini), questi ultimi composti da veicoli ad assero variabile; si è in condizioni così di servire il maggior numero di Centri, facendo loro beneficiare delle velocizzazioni più elevate possibili, compatibilmente con le linee da cui sono serviti.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Oltre ai notevoli guadagni in termini di riduzione dei tempi di percorrenza, si deve evidenziare che con le nuove linee AV si può aumentare notevolmente l'offerta di servizi, con un servizio cadenzato ad esempio ogni mezz'ora; tutto ciò si traduce sulla direttrice Milano – Roma, considerando un treno dalle ore 6.00 alle ore 22.00, in un offerta di 45.000 posti nei due sensi.

Considerando le previsioni di viaggiatori al completamento del sistema AV, che sono le seguenti (per ogni giorno solare):

Milano – Firenze	40.000	che danno luogo a 11 mio vkm		
Firenze – Roma	42.000	“	11,5	“
Roma – Napoli	40.000	“	8	“
Milano – Venezia	27.000	“	7	“
Milano – Genova	25.000	“	3,5	“

si può facilmente desumere che sui 1200 Km di linee AV considerate si potranno avere 15 miliardi di vkm, che rappresenta circa il 30% del traffico attuale viaggiatori su tutta la rete FS.

La 2° serie di 30 treni ETR500 rappresenta delle caratteristiche migliorate rispetto a quelle di 1° serie.

Infatti le motrici sono politensione a 1,5/3/25 kV e comprendono così, senza eccedere le 68 t di massa previste, tutte le apparecchiature atte all'alimentazione delle tensioni sopra ricordate e tutte le apparecchiature atte a captare i sistemi di segnalamento tipici delle reti corrispondenti.

Inoltre il sistema di raffreddamento della parte elettrica è realizzato con fluido ecologico (acqua e glicole) e quindi reso estremamente compatto, con notevoli vantaggi anche in termini di riduzioni di masse.

Tali treni sono previsti in due composizioni diverse e cioè in parte con due motrici e otto rimorciate intermedie e in parte con due motrici e undici rimorciate; le motrici sono identiche nei due casi, come anche le tipologie delle carrozze intermedie, anche se queste ultime sono variamente distribuite nelle due configurazioni.

Le principali caratteristiche dei treni di 2° serie sono le seguenti:

	a 8 carrozze	a 11 carrozze
Potenza continuativa	8,8MW a 3/25kV	4,2MW a 1,5 kVcc
Velocità massima	300 Km/h	300 Km/h
Sforzo all'avviamento	180kN	350kN
Lunghezza del treno	250m	329m
Massa del treno	520 t	664 t
Posti offerti	400 circa	600 circa
Accelerazione residua a 300Km/h	0,035m/s ²	0,025 m/s ²

4.4) I programmi attuativi

Il programma prevede la realizzazione del Sistema Alta Capacità attraverso la costruzione di "tratte funzionali" alle cui estremità si trovano i "nodi" che generano i flussi di traffico dei bacini a questi afferenti.

La realizzazione delle tratte deve pertanto essere accompagnata dagli interventi di adeguamento degli impianti ferroviari esistenti per migliorare la velocità di penetrazione dei treni all'interno del nodo.

Si hanno pertanto due tipologie di intervento:

- *la realizzazione della tratta;*
- *la realizzazione del corridoio di penetrazione all'interno del nodo.*

L'intervento di realizzazione della tratta si sviluppa in un terreno più esteso e lineare il cui tracciato è stato scelto in fase progettuale fra le soluzioni più convenienti sia da un punto di vista ambientale, sia da un punto di vista tecnico/economico, facendo riferimento a tutte le conoscenze ambientali, morfologiche e geotecniche che sono disponibili in fase progettuale. E' pertanto possibile operare in questo caso a seguito di valutazione di più opzioni.

Per l'intervento di realizzazione del corridoio di penetrazione nel nodo non sempre è possibile disporre di più opzioni e la scelta, nella maggior parte dei casi, è quasi obbligata tenuto conto che il sedime da utilizzare è intensamente urbanizzato e pertanto sono

necessari interventi complessi per l'acquisizione delle aree e per la salvaguardia dei livelli di impatto ambientale, già al limite di quelli consentiti dalla norma.

Per gli aspetti legati alla vivibilità delle aree intensamente antropizzate, attraversate dai nuovi corridoi di penetrazione, la progettazione deve adottare scelte di rilevantissimo peso economico nonché numerosi paesaggi presso gli Enti Territoriali interessati ai fini dell'acquisizione di necessari benessere che richiedono spesso periodi non inferiori ai due-tre anni di attesa.

Tale aspetto è dovuto essenzialmente allo sviluppo urbanistico che, specialmente negli anni passati, è avvenuto in carenza di un'adeguata azione di presidio e di controllo da parte degli Enti /Autorità preposti dando luogo, nella maggior parte dei casi, al proliferare di insediamenti abitativi o artigianali in fregio alle linee ferroviarie esistenti proprio in corrispondenza delle aree/fasce di rispetto previste dai regolamenti ferroviari.

4.5) Le tratte AV

Il programma AV/AC prevede la realizzazione delle seguenti tratte:

Lungo la dorsale Nord-Sud

- Milano - Bologna (in fase di realizzazione);
- Bologna – Firenze (in fase di realizzazione);
- Roma – Napoli (in fase di preesercizio).

Per la Direttissima Firenze – Roma sono previsti interventi di adeguamento del sistema di alimentazione elettrica che da 3 Kv cc dovrà essere portato a 2x25 Kv 50 Hz.

Lungo la trasversale Ovest-Est

- Torino – Milano (in fase di realizzazione);
- Milano – Verona (in fase di progettazione);
- Verona – Padova (in fase di progettazione);
- Padova – Venezia (in fase di realizzazione).

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Caratteristiche generali linee AV/AC

- Larghezza della sede.....13,6m
 - Interasse dei binari.....5 m
 - Raggio di curvatura min.5.450 m
 - Pendenza max.18 per mille (1)
 - Armamento.....60UNI
 - Carico max per asse.....25 t
 - Alimentazione.....2x25 KV ca (2)
 - Velocità di progetto.....300 Km/h
 - Sistema segnalamento.....ERTMS/ETCS 2°liv.
- (1) 15 per mille in galleria; (2) 3 KV cc sulle interconnessioni e nei tratti urbani



4.6) Le tratte che verranno attivate entro il 2009

4.6.1) La tratta Milano-Bologna

La linea si sviluppa per circa 182 Km da Melegnano a Lavino attraverso la Pianura Padana. Per limitare l'impatto sul territorio, evitando ulteriori tagli al sedime agricolo, il tracciato è stato collocato in affiancamento all'autostrada A1, per circa 130 Km e, per circa 10 Km, alla ferrovia esistente.

In presenza di vincoli morfologici particolari come quelli in corrispondenza del superamento del fiume Po e di situazioni particolarmente complesse per la presenza di notevoli sistemi abitativi, industriali e infrastrutturali come quelli incontrati nel territorio modenese, si è adottata una differenziazione del tracciato in affiancamento.

In corrispondenza del comune di Reggio - Emilia il progetto prevede una fermata per il servizio viaggiatori.

La linea sarà intensamente interconnessa a quella storica attraverso ben otto interconnessioni che consentiranno oltre che una migliore gestione del traffico per il servizio viaggiatori, una maggiore potenzialità per il servizio di trasporto merci.

Il progetto prevede la realizzazione di 36 viadotti e di 10 gallerie artificiali.

Fra le opere principali sono comprese la galleria artificiale di Fontanellato, lunga 1,5 Km, il viadotto Modena, lungo più di 7 Km e il ponte strallato sul Po.

Le Province attraversate sono Milano, Lodi, Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena e Bologna.

I Comuni interessati sono 43.

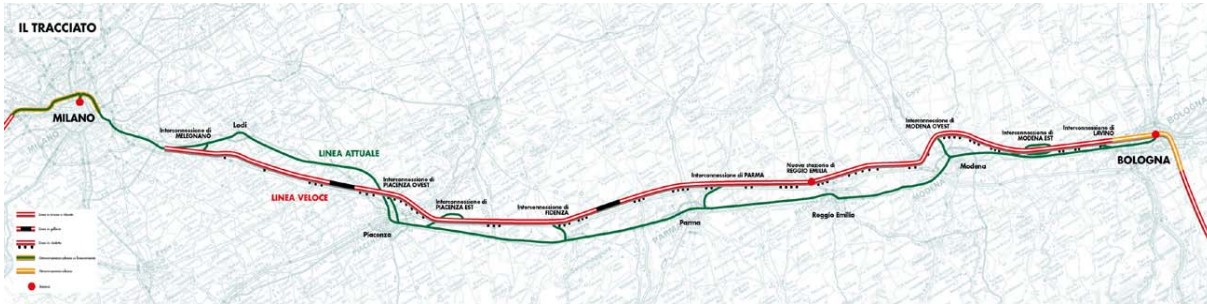
Il tempo di percorrenza della linea esistente è di 1 ora e 42 minuti; quando la nuova linea sarà attivata il tempo necessario per raggiungere Bologna da Milano sarà di 1 ora.

Caratteristiche tecniche

•	lunghezza	182 Km
•	tratti in rilevato	140 Km
•	tratti in viadotto	38 Km
•	tratti in galleria artificiale	4 Km
•	pendenza massima	0,015
•	velocità di progetto	300 Km/h

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

- **velocità di esercizio** **250 Km/h**
- **raggio minimo di curvatura** **5450 m**
- **alimentazione** **25 Kv 50 Hz**
- **sviluppo interconnessioni** **27,5 Km**



Opere Civili	Progressiva AV (km)	Lunghezza (m)
Galleria Somaglia	32+965	1069.0
Viadotto S. Rocco al Porto 2	41+110	2863.15
Viadotto Po	43+973	1342.69
Viadotto Piacenza 1	45+315	2521.20
Viadotto Piacenza 2	47+837	2581.45
Viadotto Casarola	62+940	1417.80
Galleria Artificiale Fontanellato	85+980	1635
Viadotto Taro	92+044	1057.80
Viadotto Paradigma	100+022	2622.80
Viadotto Mancatale	128+514	1008.00
Viadotto Brennero	144+776	2087.51
Viadotto Modena	149+173	6931.00
Viadotto Panaro	157+988	1523.80

4.6.2) La tratta Bologna-Firenze

Per dimensioni, complessità, impegno finanziario e dispiego di risorse tecniche e umane, la linea veloce Bologna - Firenze è un'opera unica al mondo: sui circa 78,5 chilometri di sviluppo complessivo, la linea si snoda per il 93% del suo tracciato in galleria, dentro gli Appennini, in un contesto geologico tra i più difficili, vari e complessi del mondo (dalle formazioni flyschiodi alle argille, dalle argilliti ai terreni sciolti).

La tratta inizia (lato Bologna) in corrispondenza del Km 4+884 dove è prevista l'interconnessione di San Ruffillo con la linea storica e si sviluppa fino al Km 83,366 in località Castello (Firenze nord) dove sarà realizzato un dispositivo di attraversamento non a raso, chiamato "scavalco" per consentire l'inserimento, nel nodo di Firenze, della nuova linea senza interferenze, sia verso la stazione di Santa Maria Novella, sia verso la stazione AV passante sotterranea, la cui collocazione è prevista nella zona fiorentina degli "ex macelli".

IL tracciato si sviluppa in massima parte attraverso una serie di 9 gallerie naturali di lunghezza variabile da 270m a 18.500m, intervallati da brevi tratti allo scoperto, realizzati in viadotto, in trincea o in rilevato. L'unico tratto allo scoperto di lunghezza significativa è quello, di circa 5 Km, in corrispondenza della zona del Mugello ove viene attraversata la valle del fiume Sieve e scavalcata la ferrovia Faentina e la statale del Mugello.

L'integrazione infrastrutturale con la linea storica è posizionata, come detto, in corrispondenza di San Ruffillo, mentre sono previsti due posti di comunicazione e una di movimento, per eventuali esigenze di esercizio ferroviario, rispettivamente al Km 20.5 nella zona del Mugello e a San Pellegrino.

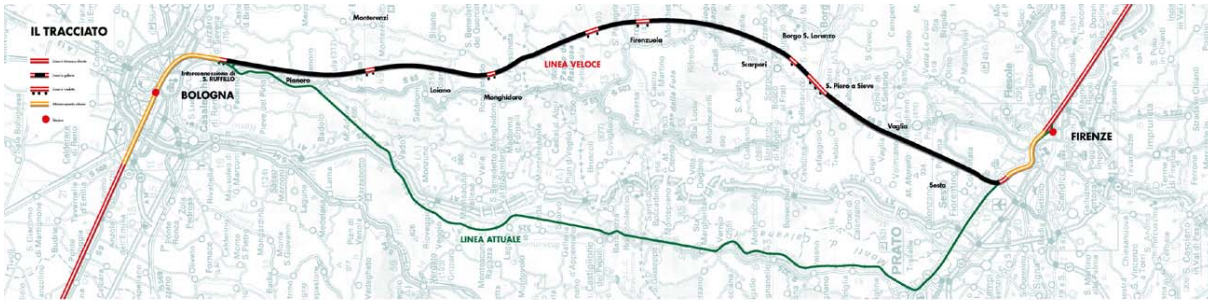
Il progetto prevede la realizzazione di ben 251 opere di cui 283 civili (fra le quali sono comprese 9 gallerie e 6 viadotti).

La galleria di Vaglia è la più lunga della tratta con uno sviluppo di 18.500m e il viadotto più esteso è quello Sieve che si sviluppa per oltre 640m.

Le Province attraversate sono quelle di Bologna e Firenze; i Comuni interessati sono 12.

Il tempo di percorrenza della linea esistente è di circa 55 minuti che con la nuova linea veloce sarà ridotto a 30 minuti.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia



LE GALLERIE IN CIFRE

78,5 km la lunghezza della linea

73,4 km le gallerie della linea

3,4 km gallerie artificiali

70 km gallerie naturali:

- 10,7 km galleria Pianoro
- 3,8 km galleria Saturano
- 9,1 km galleria Monte Bibele
- 10,4 km galleria Raticosa
- 3,5 km galleria Scheggianico
- 15 km galleria Firenzuola
- 0,5 km galleria Borgo Rinzelli
- 0,3 km galleria Morticine
- 6,7 km galleria Vaglia Nord (fino Km 71+500)
- 10 km galleria Vaglia Sud

8,8 Km le finestre di accesso delle gallerie in linea

10,6 Km le gallerie di servizio alle gallerie di linea

9 Km le gallerie di interconnessione con la linea esistente

Caratteristiche tecniche

- **lunghezza** **79 Km**
- **tratti in galleria (naturali o artificiali)** **73 Km**

4.6.3) La tratta Roma-Napoli

La nuova linea comincia in corrispondenza del quartiere di Tor Sapienza, in corrispondenza del Grande raccordo Anulare, affiancando per un primo tratto l'autostrada A24 Roma-L'Aquila e dopo un breve tratto in affiancamento alla bretella autostradale Fiano- San Cesareo procede lungo il corso del fiume Sacco e Liri, dopo aver superato la zona dei colli Albani.

Superato il fiume Gari, il tracciato, per limitare l'impatto sul territorio, procede in prossimità delle infrastrutture esistenti ed in particolare dell'autostrada Roma-Napoli, utilizzando il corridoio pedomontano.

Superata la zona montuosa di Monte Lungo, in provincia di Caserta, con una serie di gallerie, la nuova linea procede, attraverso la piana del Volturno fino alla periferia Nord-Est di Napoli all'altezza della stazione di Campania Afragola, da dove ha inizio il tratto di penetrazione nel nodo fino alla stazione di Napoli Centrale.

L'infrastruttura ad alta velocità è integrata con la linea esistente Roma-Napoli via Cassino in tre punti: a Frosinone, a Cassino Sud e a Caserta.

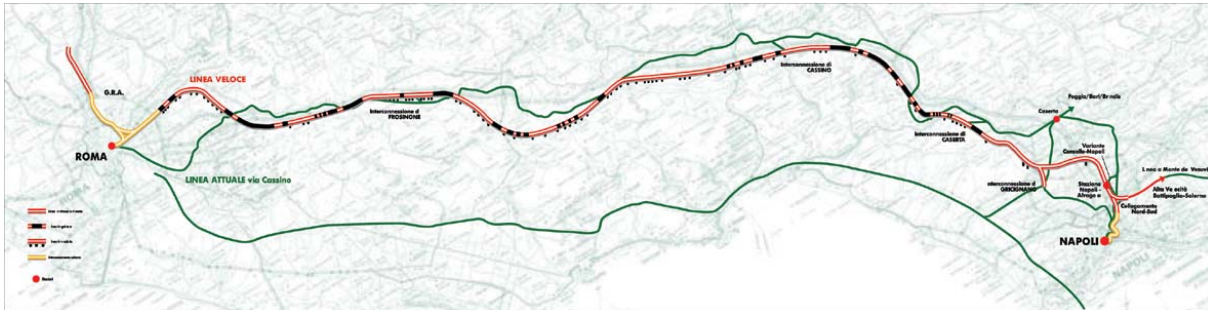
Il progetto prevede la realizzazione di oltre 600 opere fra cui 66 gallerie artificiali, 26 gallerie naturali e 85 viadotti.

Fra le principali opere la galleria Colli Albani lunga 6630 metri circa e il viadotto Volturno, la cui lunghezza supera i 1630 m, sul quale è inserita una campata metallica di 55 m di luce.

Le Province attraversate sono Roma, Frosinone, Caserta , Napoli; i Comuni interessati sono 60.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Attualmente il tempo di percorrenza della linea esistente Roma-Napoli via Formia è di 1 ora e 45 minuti. Quando la nuova linea sarà attivata il tempo di percorrenza scenderà a 1 ora e 45 minuti.



Caratteristiche tecniche

- **lunghezza** **203 Km**
- **tratti in galleria (naturali o artificiali)** **38 Km**
- **tratti in rilevato, in viadotto e su ponti** **165 Km**
- **pendenza massima** **0,018**
- **velocità di progetto** **300 Km/h**
- **velocità di esercizio** **250 Km/h**
- **raggio minimo di curvatura** **5450 m**
- **alimentazione** **25 Kv 50 Hz**
- **sviluppo interconnessioni** **14 Km**

4.6.4) La tratta Torino-Milano

La tratta ha una lunghezza di circa 125 Km e si sviluppa dalla stazione di Torino Stura alla stazione di Milano Certosa in stretto affiancamento all'autostrada A4 Torino-Milano fino al comune di Rho. Da qui la linea si distacca completamente dall'autostrada e si collega all'esistente linea ferroviaria Torino-Milano per entrare nel nodo di Milano.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Il tracciato è per lo più in rilevato e la caratteristica dei terreni attraversati consente un facile inserimento della nuova linea nel territorio.

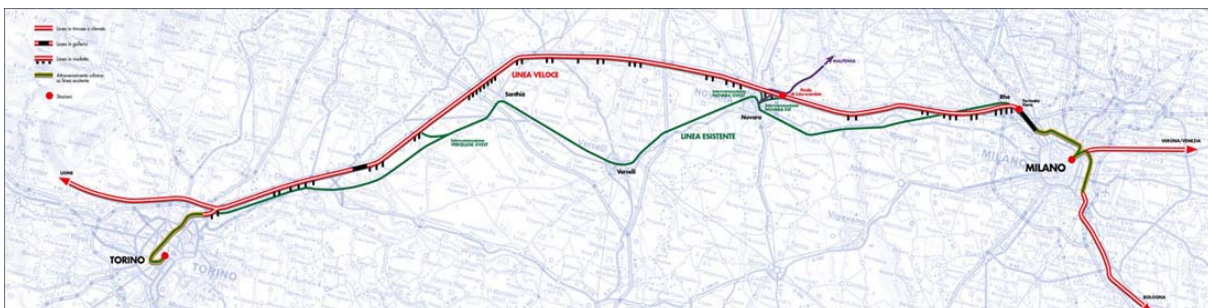
La configurazione prevalentemente pianeggiante del territorio e l'affiancamento dell'autostrada comporta molte interferenze con la viabilità esistente che vanno risolte attraverso la demolizione e la ricostruzione di buona parte di sovrappassi e degli svincoli autostradali.

Il progetto prevede la realizzazione di circa 300 opere principali tra cui 21 viadotti e 25 gallerie artificiali.

Tra le opere più importanti:

- i viadotti per gli attraversamenti dei corsi d'acqua principali: Orco, Malone, Dora Baltea, Sesia e Ticino,
- il viadotto di Santhià, lungo 3,8 km, necessario allo scavalco del nodo autostradale A4-raccordo A5 del Monte Bianco,
- il viadotto di Novara, lungo 1 km, necessario all'attraversamento dell'abitato di Novara e delle infrastrutture stradali e ferroviarie interferite,
- il viadotto di Rho, lungo 2,3 km, necessario al superamento della tangenziale est di Milano nonché l'area della ex-raffineria in località Rho-Però,
- lo scavalco autostradale, nel comune di Pregnana Milanese, con una galleria lunga 600 m.

Le Province attraversate sono Torino, Vercelli, Novara e Milano; i Comuni interessati sono 41.



Caratteristiche tecniche

•	lunghezza	124,5 Km
•	tratti in rilevato	98,5 Km
•	tratti in viadotto	20,5 Km
•	tratti in galleria artificiale	5,5 Km
•	pendenza massima	0,015
•	velocità di progetto	300 Km/h
•	velocità di esercizio	250 Km/h
•	raggio minimo di curvatura	5450 m
•	alimentazione	25 Kv 50 Hz
•	sviluppo interconnessioni	15 Km

4.7) Alcune considerazioni sulla problematica dei nodi di estremità delle tratte AV

La realizzazione delle nuove tratte sulle principali direttrici AV italiane (Milano - Napoli e Torino – Venezia) consentirà il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- **aumento della capacità del sistema;**
- **diminuzione del tempo di percorrenza.**

L'aumento della capacità è ottenibile con la costruzione di nuove coppie di binari variamente interconnesse alle linee esistenti (alta capacità); la riduzione del tempo di percorrenza si ottiene realizzando infrastrutture con tracciati che consentono il raggiungimento di elevate velocità.

In prima analisi il tempo di percorrenza è inversamente proporzionale alla velocità della linea e, quindi, aumentando la velocità si può pervenire al risultato desiderato, nei limiti, ovviamente, della tecnologia e delle prestazioni che i mezzi ferroviari possono consentire. La velocità massima, ragionevolmente accettabile da mezzi vincolati al contatto ruota – rotaia, anche in considerazione dei costi d'esercizio, è di circa 300 Km/h, valore scelto come standard per la rete AV italiana.

Valori superiori sono tecnicamente fattibili ma occorre tenere in considerazione anche altri aspetti quali ad esempio la morfologia di gran parte del territorio italiano, di tipo collinare -

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

. montuosa che rende molto costose le progettuali ad altissime velocità in quanto spesso richiedono la realizzazione di lunghe opere in galleria e in viadotto.

Ma un altro aspetto da prendere in considerazione è la distanza tra le città che il servizio AV deve collegare; distanze che mediamente sono comprese tra i 100 Km e i 250 Km.

Considerando gli spazi ove si sviluppa l'accelerazione in partenza e la decelerazione in arrivo, i tratti di linea che possono essere percorsi alla velocità massima sono relativamente brevi e, d'altronde, anche quelli percorsi in ambito urbano (tratti di penetrazione nel nodo) consentono velocità molto basse.

Proprio la presenza di questi tratti ha un forte impatto sul tempo di percorrenza complessivo, la cui riduzione è, come detto, uno dei due obiettivi posti alla base dell'impostazione del sistema AV/AC.

Un esempio consente di illustrare meglio i concetti appena introdotti.

Si immagini un treno diretto a Milano proveniente da Napoli lungo la linea AV che, prima di procedere verso Firenze, debba effettuare servizio a Roma Termini o Roma Tiburtina.

Nelle due ipotesi si hanno i seguenti tempi di percorrenza.

Se il treno è diretto a Roma Termini i tempi di percorrenza del tratto non in comune (Prenestina – Termini – Tiburtina) sono stimabili in:

- Roma Prenestina – Roma Termini: *7 minuti*;
- Sosta a Roma Termini (tempo minimo compresa l'inversione del tempo di percorrenza): *10 minuti*;
- Roma Termini – Roma Tiburtina : *4 minuti*.

L'esempio precedente permette di evidenziare tre importanti aspetti che, nei nodi, influenzano in modo determinante il tempo di percorrenza:

- la distanza da percorrere;
- l'eventuale necessità di invertire il senso di marcia del treno;
- la velocità del tracciato e i dispositivi di armamento impegnati.

IL primo aspetto è di immediata comprensione in quanto più breve è il percorso e minore è, a parità di altre caratteristiche, il tempo di percorrenza.

Il secondo aspetto è tipico delle stazioni di testa. In pratica tutte le principali stazioni italiane, se si eccettua quella di Bologna, sono di testa e quindi la presenza di stazioni di testa lungo un itinerario AV comporta inevitabilmente incrementi di tempi di percorrenza.

Il terzo aspetto è ancora più interessante; per quanto riguarda la velocità di tracciato, è di immediata intuizione che, al crescere della velocità, diminuisca il tempo di percorrenza, a parità di altre caratteristiche. Focalizzando inoltre l'attenzione sulla velocità consentita dai dispositivi di armamento (deviatoi), nelle stazioni di testa gli itinerari in arrivo e in partenza sono generalmente quelli che consentono velocità di 30 Km/h, comportando elevati tempi di percorrenza in fase di ingresso e in fase di uscita.

In alcune delle più importanti stazioni di testa sono stati installati dispositivi di armamento che consentono velocità, lungo gli itinerari di ingresso e di uscita, di 60 Km/h.

Nelle stazioni cosiddette "passanti", invece, la maggior parte degli itinerari è impostata, senza limitazioni di velocità, sul "corretto tracciato" dei deviatoi (il tronco principale del deviatoio che, a differenza del ramo deviato, è generalmente rettilineo) e solo una minima parte di questi viene percorsa lungo i rami devianti a velocità che generalmente è di 60 Km/h.

Ritornando all'esempio precedente, l'arrivo e la partenza a/dal Roma Termini prevedono la percorrenza della radice (circa 1500 metri) a 30 Km/h, per un totale di circa 6'.L'arrivo e la partenza alla/dalla radice di Roma Tiburtina (1000 metri circa) a 60 Km/h impegnano l'impianto per circa 2'.

Tali semplici conteggi che vogliono soltanto dare un'indicazione dell'ordine di grandezza dei tempi in gioco, evidenziano che la differenza di percorrenza sulle due radici considerate è dell'ordine dei 4'; un valore che può sembrare, a prima vista, trascurabile ma che, se rapportato al tempo di percorrenza dei treni sulle linee AV, rappresenta la differenza del tempo di percorrenza che si ottiene percorrendo un tratto di 100 Km di linea a 300 Km/h e percorrendo il medesimo tratto alla velocità di 250 Km/h.

Nel primo caso si ottiene un tempo di 20' e nel secondo caso il tempo è di 24'.

Alla luce della precedente affermazione è possibile concludere che una adeguata sistemazione degli itinerari, in entrata e in uscita, dei nodi comporta significativi guadagni temporali che, in alcuni casi, possono risultare paragonabili a quelli ottenuti con la costruzione delle nuove linee AV.

Infatti, rimanendo nell'esempio precedente del treno proveniente da Napoli in ingresso a Roma Termini, il guadagno di tempo ottenibile con il suo istradamento verso Roma Tiburtina è di 13 minuti; tale valore è simile al guadagno temporale ottenibile elevando la velocità di tracciato da 250 km/h a 300 Km/h sulla linea direttissima Roma – Firenze.

5) BREVE ANALISI COMPARATIVA TRA LA DIRETTISSIMA E LE NUOVE LINEE AV/AC

Dopo aver analizzato la struttura e le caratteristiche della Direttissima Roma – Firenze e delle nuove linee ad Alta Velocità, è possibile effettuare un confronto fra i due tipi di linee in quanto la progettazione della Direttissima (che è stata la prima linea ad Alta Velocità progettata in Europa) risale agli anni '60/'70, mentre quella delle nuove linee risale agli anni '80/'90 e continua tutt'ora.

Già andando ad osservare alcune caratteristiche tecniche dei due tipi di linea (riportate nella tabella seguente), si possono subito notare le prime differenze:

	Direttissima Roma - Firenze	Nuove linee AV/AC
Velocità di progetto	250 Km/h	300 Km/h
Raggio di curvatura min.	3.000 m	5.450 m
Pendenza max.	8 ‰	18 ‰
Alimentazione	3 kV cc	2x25 kV ca
Interasse dei binari	4 m	5 m

Innanzitutto si osserva subito la diversa velocità di progetto: 250 Km/h per linea progettata negli anni '60/'70 e 300 Km/h per le linee "nuove" degli anni '80/'90.

In funzione di un aumento della velocità di progetto, logicamente si sono sviluppati anche i sistemi e le caratteristiche che lavorano in funzione della velocità dei convogli.

Dalla tabella si vede infatti che le nuove linee AV, per consentire una velocità massima di 300 Km/h, hanno incrementato sia il raggio di curvatura minimo (che è passato da 3.000 metri della Direttissima a 5.450 metri per le nuove linee), sia la pendenza massima (che è passata da 8 ‰ della Direttissima a 18 ‰ per le nuove linee), sia l'interasse dei binari (che è passato da 4 metri della Direttissima a 5 metri per le nuove linee).

Uno dei principali problemi per la pratica dell'Alta Velocità è quello di poter garantire l'arresto del treno con adeguati margini di sicurezza. Questo perché, con le elevate masse in gioco ed il basso coefficiente di attrito tra ruota e rotaia, gli spazi di arresto aumentano in modo esponenziale all'aumentare della velocità. Un convoglio lanciato a 250 Km/h richiede circa 5 Km per arrestarsi ed è chiaro che non ci si può affidare alla semplice

individuazione visiva dei segnali che si incontrano lungo la via. E' necessario un sistema che permetta di riconoscere l'aspetto di più segnali consecutivi in anticipo, in maniera tale da poter adeguare opportunamente la velocità del convoglio. Allo scopo, già alla fine degli anni '60 le FS avevano elaborato ed iniziato ad introdurre sulla Direttissima un nuovo sistema chiamato Blocco Automatico a Correnti Codificate (BACC) integrato oltre i 160 Km/h dal controllo della velocità per evitare che eventuali manchevolezze del macchinista comportassero frenature intempestive o inadeguate con il superamento di segnali a via impedita. Nella sua versione base, una corrente codificata viene trasmessa attraverso il circuito di binario con una frequenza portante di 50 Hz. E' così possibile trasmettere 4 diverse informazioni riguardanti l'aspetto dei segnali, veicolate da altrettanti "codici" captate dai rotabili e visualizzate su un apposito cruscotto in cabina. In questo modo è possibile conoscere in anticipo l'aspetto di tre segnali consecutivi (compreso quello di arresto), con uno spazio utile per l'eventuale arresto del treno di 2700 m, che permette di viaggiare fino alla velocità massima di 180 Km/h. Questa velocità è però inferiore a quella di esercizio della Direttissima: così per poter raggiungere i 250 Km/h, è stato studiato un sistema più "ricco" di informazioni, tramite l'utilizzo di una seconda corrente portante alla frequenza di 178 Hz. Tramite questa vengono trasmessi 4 ulteriori codici (per ora ne vengono utilizzati soli 2) che vanno a sommarsi ai codici base. In questo modo è possibile ricevere sul banco di guida le informazioni relative allo stato di libertà di ben 5 sezioni di blocco, consentendo di raggiungere la velocità massima di 250 Km/h in tutta sicurezza.

Nelle nuove linee AV/AC il segnalamento e il blocco tradizionali utilizzati nella Direttissima, sono soppiantati del sistema ETCS/ERTMS che rappresenta l'elemento più innovativo legato alle telecomunicazioni applicate alla sicurezza della circolazione.

Si tratta, come già detto, di un sistema europeo di gestione del traffico che assicura il controllo in sicurezza del movimento dei treni sulla base dello scambio di informazioni tra un Posto Centrale RBC (Radio Block Centre) a terra e i convogli, attraverso più canali informativi di tipo discontinuo e di tipo radio (GSM/R), senza segnalamento laterale (Blocco radio).

Il sistema trasmette a bordo dei treni la velocità consentita, fornita in ogni istante dal sistema di distanziamento a sezioni di blocco fisse esistenti a terra, sovrintende il controllo dei parametri di marcia e la gestione dei messaggi di emergenza.

Un'altra evoluzione che si è avuta dalla progettazione della Direttissima fino alle nuove linee è sicuramente quella legata al tipo di alimentazione.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Ricordiamo che per la Direttissima si scelse di utilizzare un'alimentazione di 3 kV cc per privilegiare la compatibilità e la semplicità di utilizzo della linea.

Nel 1992 le FS decisero di adottare sulle nuove linee AV/AC il sistema di elettrificazione a corrente alternata monofase 2x25 kV/50Hz per permettere di far viaggiare convogli frequenti e veloci, evitando nella captazione della corrente tipica dei 3 kVcc: infatti gli ETR500 che viaggiano sulla Direttissima a velocità maggiori di 200 Km/h, devono viaggiare con un pantografo in presa, quindi con una sola motrice attiva.

In questo modo, le nuove linee, sono alimentate in maniera tale da poter sostenere la circolazione di treni di 12 MW distanziati di 5 minuti con un margine residuo di potenzialità.

Sulla Direttissima l'alimentazione viene garantita da una linea dorsale alla quale sono allacciate le singole sottostazioni elettriche, poste mediamente ogni 16 Km circa, dotate di tre gruppi di conversione al silicio da 5400 kW.

Anche la linea aerea è stata oggetto di continui miglioramenti per adattarsi alla velocità di 300 Km/h e le nuove linee AV; miglioramenti indirizzati soprattutto all'ottimizzazione dell'accoppiamento dinamico tra catenaria e pantografo.

Inoltre negli ultimi anni, la linea aerea ha subito un ulteriore sostanziale rinnovamento, adottando il tipo di sospensione a puntone inclinato, realizzata in lega di alluminio per evitare corrosioni, e riducendo il proprio peso rispetto a quella tradizionale, offrendo anche il vantaggio di una maggiore maneggevolezza in sede di manutenzione.

6) LA LINEA TORINO - LIONE

6.1) Gli obiettivi

I principali obiettivi del collegamento Torino – Lione sono: favorire la libera circolazione degli uomini e delle merci e migliorare i collegamenti sul continente europeo favorendo il riequilibrio del traffico dalla strada verso la ferrovia.

La linea ferroviaria alta velocità Torino – Lione è situata al centro degli assi di collegamento tra il Nord e il Sud e tra l'Est e l'Ovest dell'Europa; la linea costituisce un anello chiave nel quadro degli sviluppi della rete ferroviaria transeuropea. A livello regionale la nuova linea migliorerà la relazione e gli scambi tra i due grandi bacini economici coinvolti dal suo attraversamento: l'Italia del Nord- pianura del Po e Alpi del Nord- e la valle del Rodano in Francia. Se nel 1970 era la rete ferroviaria ad assorbire i tre quarti del traffico merci transalpino, oggi è la strada ad assorbirne i due terzi. Oggi più che mai, in uno scenario che vede economia ed ecologia andare avanti di pari passo, il treno rappresenta sempre più uno strumento di sviluppo privilegiato: più treni sui binari vuole infatti dire meno camion sulle strade. L'istituzione di nuovi collegamenti ferroviari rende possibili scambi più sicuri e meno inquinanti.

L'obiettivo del governo italiano e di francese è arrivare a ottenere, grazie a questo nuovo collegamento, uno spostamento massiccio del traffico merci dalla strada alla rete ferroviaria. Questo perché si prevede che, entro il 2015, stando alle numerose analisi effettuate, le infrastrutture stradali e ferroviarie avvicineranno la saturazione.

Il riequilibrio del traffico con il passaggio dalla strada alla ferrovia permetterà di passare dai 10 milioni di tonnellate di merci all'anno trasportate oggi a più di 40 milioni di tonnellate all'orizzonte del 2030 utilizzando sia il trasporto di merci classico sia quello combinato sia l'autostrada ferroviaria (tecnica che permette di caricare interi camion o soli rimorchi su vagoni speciali).

Nel settembre del 2002 i rappresentanti dei governi riunitisi a Johannesburg hanno confermato il loro impegno a favore di uno sviluppo sostenibile. Le disposizioni – adottate durante il summit di Kyoto – in merito alla riduzione dell'effetto serra sono state riaffermate e completate.

Ma nel corso della settimana si possono registrare picchi di oltre 40.000 camion al giorno che attraversano le valli di Susa in Piemonte e della Maurienne in Savoia, con conseguenze preoccupanti per l'ambiente e le popolazioni locali.

Il trasferimento del traffico merci dalla strada alla rotaia (treni di merci tradizionali o i treni "d'autostrada ferroviaria") permetterà di ridurre globalmente di 360 tonnellate al giorno lo scarico d'inquinanti nocivi.

Nelle valli alpine questo trasferimento su rotaia significherà 1 milione di camion in meno sulla strada ogni anno.

Inoltre la nuova linea ferroviaria sarà interrata per il 90% del suo percorso sulla tratta italo-francese e verrà costituita con materiali rotabili più silenziosi, riducendo al minimo i livelli d'inquinamento acustico.

Per quanto riguarda il trasporto viaggiatori, la nuova linea consentirà una maggiore mobilità grazie soprattutto a un notevole abbassamento dei tempi di viaggio. Basta pensare che il tracciato Torino – Lione sarà percorso in 1 ora e 45 minuti contro le più di 4 ore attuali. Parigi sarà soltanto a un po' più di 4 ore da Milano contro le quasi 7 ore attuali. Naturalmente la nuova linea sarà collegata alla rete ferroviaria ad alta velocità sia italiana sia europea. In questo contesto la linea storica non verrà abbandonata e le popolazioni locali potranno godere d'un trasporto locale potenziato.

6.2) Le principali tappe del progetto

Le prime decisioni ufficiali di procedere agli studi di fattibilità per un nuovo attraversamento alpino tra Torino e Lione risalgono al vertice italo-francese di Nizza del 1990. Alle decisioni prese in quella circostanza hanno fatto seguito la creazione del GEIE (Groupement Européen d'Intérêt Economique) Alpetunnel nel 1994. Al raggruppamento di imprese Alpetunnel partecipavano le ferrovie francesi (SNCF, 50%) le ferrovie italiane (FS,30%) e TAV (20%). Il finanziamento era però assicurato solo dalle due aziende ferroviarie nazionali con il contributo della Comunità europea.

Nel 1996 viene istituita la Commissione Intergovernativa italo-francese con il compito di indirizzare e seguire, per conto dei due Governi, i lavori di Alpetunnel. Al vertice di Chambéry, nel 1997, viene assunta la decisione di procedere ad un programma triennale di studi finalizzato a consentire ai due Governi di stabilire la fattibilità dell'opera entro il 2000. Tuttavia il mandato della Commissione Intergovernativa (CIG) non riguarda tutto il collegamento Torino-Lione, ma solo la cosiddetta "tratta internazionale" Torino-Montmélian: per arrivare a Lione mancano ancora oltre 100 km. Il mandato della Commissione risulta chiaro durante i lavori: non si tratta di stabilire se esistono le condizioni per la fattibilità finanziaria ed economica della linea, ma di valutare quali opere

siano necessarie per mettere in grado la ferrovia di trasportare di 40 milioni di tonn/anno sulla relazione Torino-Lione, indipendentemente dal fatto che sussista o meno una domanda di questa entità.

Il lavoro della Commissione consiste dunque nello stimare quando la saturazione della linea esistente avrebbe reso necessaria la realizzazione di una nuova infrastruttura pensata per rispondere all'obiettivo dei 40 milioni di tonn/anno. Obiettivo che, è bene sottolineare, rappresenta il quadruplicamento delle quantità transitate nel 1999.

La Commissione Intergovernativa si avvale di tre Gruppi di Lavoro (GdL) specialistici per seguire tre tematiche chiave. Il GdL Tunnel si occupa dei problemi geologici e ingegneristici dello scavo della lunga galleria di base e delle altre gallerie presenti nella sezione mista italo-francese del tracciato, il gruppo Economia si occupa degli studi di traffico e degli aspetti economico-finanziari. Dopo il vertice di Chambéry ai primi due GdL si aggiunge il gruppo Ambiente e Territorio che deve seguire le analisi di Alpetunnel in materia di impatti sull'ambiente. In parallelo alla Commissione Intergovernativa la regione Piemonte istituisce, nel 1995, un Comitato di Coordinamento Istituzionale scarsamente efficace nella gestione del crescente conflitto con le comunità locali. Tale comitato nel 1998 sarà sostituito da un nuovo comitato di coordinamento posto sotto la responsabilità congiunta del Presidente della Regione e del Prefetto. Sono i primi segnali della forte conflittualità che ha caratterizzato in passato e tuttora caratterizza la vicenda della Torino-Lione.

Nel 2000 il Rapporto della CIG viene consegnato ai due Governi. Tra le raccomandazioni che concludono il Rapporto almeno i seguenti punti critici meritano di essere ricordati:

- la necessità di approfondire le stime di domanda e le stime di redditività finanziaria dell'opera, temi che avevano visto i rappresentanti del Ministero delle finanze francese su posizioni assai meno ottimiste di quelle del GdL Economia e finanza
- la necessità di stabilire un quadro attendibile e impegnativo di politiche di trasporto capaci di ottenere un concreto trasferimento del traffico dalla strada alla ferrovia. In assenza di tali politiche, delle quali non vi era segno nell'agenda dei due governi, l'investimento infrastrutturale si sarebbe risolto in un inaccettabile spreco di risorse finanziarie, economiche ed ambientali.
- la necessità di sviluppare una procedura "ad hoc" di Valutazione di Impatto ambientale sul progetto preliminare, che riguardasse l'intera tratta internazionale da Montmélian a Torino. Solo l'esito positivo di tale procedura unificata avrebbe potuto consentire di

procedere alla realizzazione di opere geognostiche impegnative, come le discenderie. Nella procedura VIA sul progetto preliminare avrebbero dovuto essere considerate tutte le alternative di tracciato, compresa l'alternativa zero, e le istanze della popolazione locale. In particolare le istanze delle comunità della Val di Susa, avrebbero dovuto essere considerate attraverso modalità di informazione, partecipazione e concertazione assai più complete, sistematiche ed efficaci di quelle messe in atto fino a quel momento. La procedura di VIA, data la diversa normativa francese e italiana, presupponeva uno specifico accordo italofrancese in materia.

-la necessità di provvedere prioritariamente al potenziamento della linea attuale, e di realizzare per fasi la nuova linea internazionale potenziando le due linee di adduzione prima della realizzazione del nuovo traforo di base, sul presupposto che le linee di adduzione avrebbero raggiunto un livello elevato di saturazione assai prima delle linee di valico.

Al vertice di Torino, nel gennaio 2001, viene sottoscritto l'accordo per la realizzazione della linea mista per passeggeri e merci *"la cui entrata in servizio dovrebbe aver luogo alla data di saturazione delle linee esistenti"*.

L'accordo stabilisce il proseguimento dei lavori per la sola prima fase della parte comune italo-francese dell'opera tra St. Jean-de-Maurienne e Bruzolo (Bussoleno), mentre le fasi successive, che comprendono le due tratte di adduzione alla parte comune¹, dovranno essere definite con "protocolli addizionali". Il proseguimento dei lavori deve pervenire *"alla esatta definizione del tracciato e delle procedure di valutazione applicabili nei due stati, allo scavo delle discenderie e delle gallerie di prospezione, i lavori annessi e l'insieme degli studi necessari alla definizione della parte comune italo-francese del collegamento"*.

Nel 2002 sia il Parlamento francese che il Parlamento italiano ratificano l'accordo. Ma assai prima di tali ratifiche la Legge Obiettivo e la delibera CIPE 212/2001 avevano provveduto ad inserire la "tratta AV Lione-Torino" tra le opere strategiche di preminente interesse nazionale.

Nel 2003, LTF s.a.s., che nel frattempo ha sostituito Alpetunnel, deposita il progetto preliminare e lo Studio di Impatto Ambientale della componente italiana della tratta internazionale, compresa tra i confine di Stato e Bruzolo (Bussoleno), mentre Italferr deposita progetto preliminare e SIA della tratta da Bussoleno a Torino.

¹ Le due tratte Montmélian-St. Jean-de-Maurienne in Francia e Bruzolo-Torino in Italia.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Nel 2003, dopo una serie di notizie circa l'esclusione del progetto, il Gruppo di lavoro per la revisione delle TEN (Trans European Network) presieduto da Van Miert include la Torino-Lione tra le opere strategiche di livello europeo.

Nel dicembre 2003 il CIPE (Delibera CIPE n. 113/2003), a seguito della procedura VIA prevista per le opere della Legge Obiettivo si pronuncia favorevolmente, con 77 prescrizioni e 7 raccomandazioni, sulla tratta dal Confine di Stato a Bruzolo (Bussoleno), mentre il progetto della tratta Bussoleno-Torino viene ritirato per evitare una probabile bocciatura da parte della Commissione speciale di VIA del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

Nel maggio 2004 viene firmato dai due Ministri dei trasporti (Pietro Lunardi e Gilles de Robien) l'accordo per la realizzazione del collegamento Lione-Torino². Il costo previsto è di 6,695 miliardi di euro, coperti per il 63% dall'Italia e solo per il 37% dalla Francia. Una ripartizione singolare dal momento che due terzi della linea si sviluppano in territorio francese. Scrive il quotidiano Le Monde che questa iniqua ripartizione sarebbe la risposta del Governo italiano "di fronte alle reticenze francesi".

Nel 2005 le elezioni portano al cambiamento del Governo regionale che dal Centro-destra passa al Centro-sinistra. La Presidente Bresso, pur favorevole al progetto, accoglie la proposta di moratoria nella realizzazione richiesta dai Comuni e dalle Comunità montane della Val di Susa per affrontare le numerose criticità ambientali non risolte dal progetto, che hanno portato ad imponenti marce di proteste delle popolazioni interessate.

A seguito delle pressioni esercitate dagli Enti Locali e dalla Regione, il 5 agosto il Ministro dei Trasporti istituisce una Commissione Istituzionale con i rappresentanti del Ministero, della provincia, della Regione e degli enti locali della Val Susa e Val Cenischia oltre che di RFI e della LTF.

Il 3 agosto 2005 il CIPE approva il progetto preliminare della tratta Bussoleno-Torino (Settimo Torinese) accogliendo, l'inserimento nel progetto del nodo di corso Marche e della interconnessione con lo scalo merci di Orbassano, inizialmente non previsti. Il costo stimato di questa tratta, ad oggi, è di 2,375 miliardi di euro.

L'investimento è posto interamente a carico di RFI sul contratto 2001-2005. La somma è in

² Si tratta in realtà del solo tronco italo-francese, da St. Jean-de-Maurienne a Bruzolo (Bussoleno) comprendente la galleria di base di 52 km e la galleria di Bussoleno di 12 km.

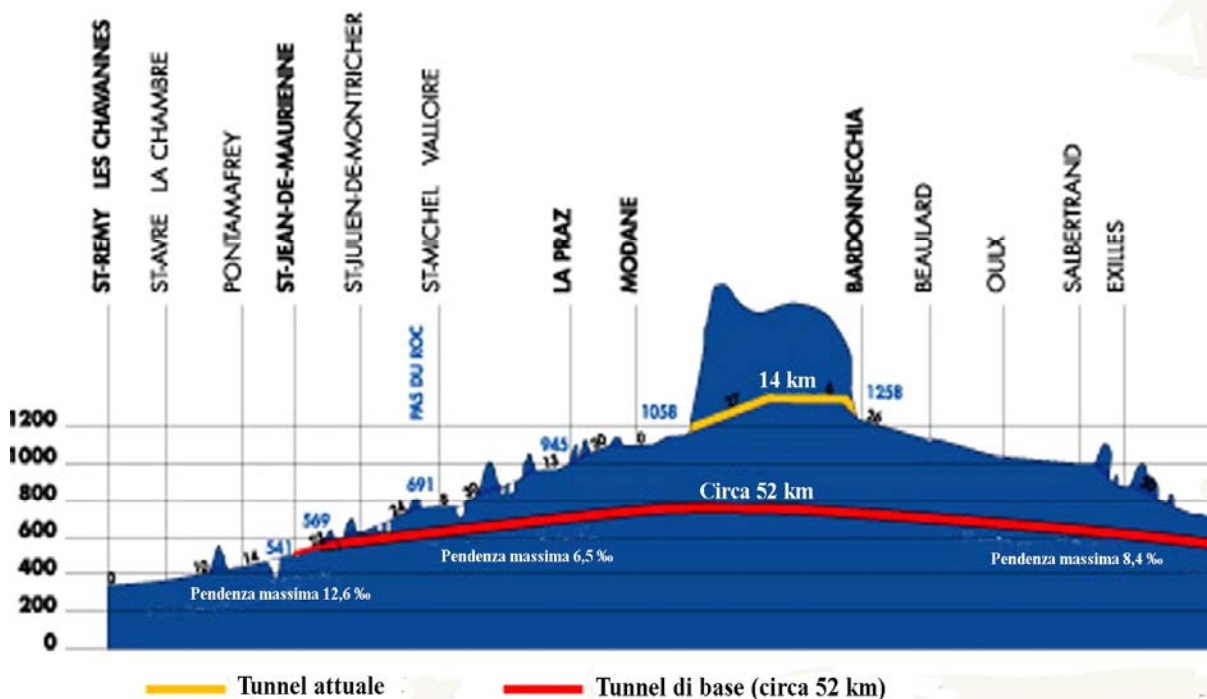
effetti prevista nel IV addendum attualmente in corso di adozione, che prevede il finanziamento per il "Nodo Urbano di Torino: potenziamento Bussoleno-Torino e cintura merci", appunto, per 2,375 miliardi di euro. Una identica somma era stata indicata nell'aprile 2005, come costo presuntivo dell'opera, nello studio della Camera dei Deputati-CRESME e Istituto Nova, assai prima che si ponesse la questione di corso Marche e del raccordo con Orbassano

6.3) La tratta Italo – Francese

Il progetto Torino – Lione prevede tre sezioni miste, destinati sia al traffico merci sia a quello passeggeri:

- la tratta italiana – dall'agglomerato urbano di Torino a Bruzolo – affidata a rete Ferroviaria Italiana (RFI);
- la tratta italo – francese - da Bruzolo a Saint-Jean-de-Maurienne – affidata alla Lyon Turin Ferroviarie (LTF);
- la tratta francese - da Saint- Jean-de-Maurienne all'agglomerato urbano di Lione - affidata a Réseau Ferré de France (RFF).

Le tre società operano in stretta collaborazione.



Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Consapevoli dell'importanza di questo collegamento, i governi francese e italiano si sono impegnati a realizzare la tratta italo – francese del progetto sulla base dell'accordo del 29 gennaio 2001.

Questo accordo, divenuto trattato in seguito alla ratifica parlamentare ottenuta dal governo italiano e quello francese nel 2002, prevede la realizzazione di un tunnel di 53,1 Km che collegherà Venaus, nella valle di Susa, a Saint-Jean-de-Maurienne, in Savoia.

Questo tunnel verrà prolungato con un secondo tunnel lungo 12,2 Km tra Venaus e Bruzolo. Scavato fra 570 e 750 metri sopra il livello del mare, il tunnel principale sarà composto da due canne parallele; ospiterà tutti i tipi di traffico: merci tradizionali, autostrada ferroviaria e passeggeri.

Sarà dotato di numerosi punti di soccorso con, a metà percorso, una stazione tecnica sotterranea a Modane.

Il tunnel è definito "di base" perché permette d'attraversare i massicci montagnosi a bassa altitudine, conservando un profilo "di pianura", cioè con una pendenza minima (12‰ contro il 30‰ della linea storica). Ciò permette di mantenere nel percorso una velocità nettamente più elevata con un consumo energetico nettamente ridotto.

6.4) Le missioni di LTF

La Lyon Turin Ferroviarie (LTF) nasce nell'ottobre del 2001, a seguito dell'accordo fra Italia e Francia del gennaio del 2001. Un accordo che ha visto i governi dei due Paesi impegnarsi a "costituire...le opere della parte comune italo- francese necessarie alla realizzazione di un nuovo collegamento ferroviario misto merci/viaggiatori fra Torino e Lione"(estratto dall'accordo, articolo1).

LTF è una società per azioni semplificata transazionale, i cui azionisti al 50% sono Rete Ferroviaria Italiana (RFI) e Réseau Ferré de France (RFF). LTF è presieduta dal prefetto François Lépine e diretta da Paolo Comastri.

La direzione costruzione è affidata a Marco Lettighieri, la direzione studi a Géeard Cartier. LTF ha la sua base operativa a Chambéry (dove ha sede la società) e a Torino. LTF lavora sotto la supervisione della Commissione intergovernativa (CIG) creata nel gennaio del 1996.

La CIG è presieduta alternativamente dalla Francia e Italia. Dopo Louis Besson nel 2004, il presidente nel 2005 è Rainer Masera.

LTF è incaricata di:

- realizzare in una prima fase gli studi preliminari e condurre i lavori di riorganizzazione della tratta italo – francese, con la realizzazione delle discenderie e dei cunicoli esplorativi di Saint-Martin-la-Porte , La Praz, Modane e Venaus.
- proporre, sotto l'autorità della CIG, ai governi italiano e francese la consistenza definitiva delle opere, la loro localizzazione, l'impiego finanziario previsto e le modalità di realizzazione affinché i due governi possano decidere, in una seconda fase, le modalità di realizzazione della sezione transfrontaliera.

L'accordo del 29 gennaio del 2001 prevede che il finanziamento degli studi e dei lavori di ricognizione sia assicurato "in parti uguali dai due Paesi". Anche l'Unione Europea partecipa al finanziamento per quasi il 50%.

6.5) I lavori di ricognizione: discenderie e cunicoli esplorativi

I lavori di ricognizione condotti dalla LTF sulla tratta italo – francese Torino – Lione interessano in particolar modo gli scavi di discenderie e cunicoli esplorativi a Modane, Saint-Martin-la-Porte, La Praz e Venaus. Le discenderie e i cunicoli sono utili al fine di determinare le modalità di realizzazione dei tunnel di base. In un secondo tempo esse serviranno alla costruzione vera e propria dell'opera e alla sua gestione.

Le discenderie sono gallerie sotterranee che permettono di raggiungere, al centro del massiccio montagnoso, il livello al quale si troverà il futuro tunnel di base: all'estremità di queste discenderie, i cunicoli esplorativi vengono scavati orizzontalmente. Le discenderie sono scavate con l'esplosivo; la loro lunghezza varia da 2 Km (discenderia di Saint-martin-la-Porte) ai 4 Km (discenderia di Modane – Villarodin – Bourget).

Queste opere sono abbastanza alte e larghe da permettere sia l'approvvigionamento del materiale sia l'evacuazione del materiale di risulta prodotto nel corso dei lavori di cantiere.

Le discenderie hanno un'ampiezza di 11 m.

I cunicoli esplorativi avranno dimensioni variabili: 6 m di diametro per quello di Venaus e tra 5 e 6 m di diametro interno utile per quelli di Saint-Martin-la-Porte, La Praz, e Modane-Villarodin-Bourget in Francia.

Cunicoli e discenderie sono provvisti di un sistema di ventilazione , un camminamento pedonale protetto di recupero e di scolo delle acque.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Le discenderie e i cunicoli hanno diverse funzionalità. I cunicoli, all'estremità delle discenderie, consentono di conoscere meglio la struttura geologica dei terreni e, quindi, di valutare in modo preciso i metodi e i costi di realizzazione del futuro tunnel.

Le discenderie verranno anche utilizzate per scavare il tunnel di base su più fronti.

Quando la linea sarà in servizio, le discenderie serviranno per la ventilazione e per l'accesso al tunnel delle equipe tecniche e – se necessario – delle squadre di soccorso.

I lavori di realizzazione della discenderia di Modane sono iniziati nel secondo trimestre del 2002; quelli di Saint-Martin-la-Porte sono stati lanciati nella primavera del 2003 e quelli di La Praz in ottobre 2005. Quanto prima saranno avviati i lavori del cunicolo esplorativo di Venaus in Italia, nella Val di Susa. La prima discenderia è quella di Modane, situata praticamente a metà del tunnel di base (28,5 Km dall'imbocco Ovest): avrà una lunghezza di 4.000 m, un dislivello di circa 360 m, una pendenza massima del 12% e una sezione tra i 65 e gli 80 m².



Discenderia si La Praz-Maggio 2006

Conterrà una pista carrabile di 7.5 m che permetterà il passaggio dei veicoli di servizio. A metà maggio del 2004, 1.086 m erano già stati scavati. Nel giugno del 2004 LTF è stata costretta a procedere alla risoluzione del contratto con il raggruppamento d'impresa

incaricato di questo cantiere. I lavori sono stati affidati a un altro raggruppamento d'impresе che riprenderà lo scavo di questa discenderia alla fine del 2005. Il cunicolo esplorativo di Modane (ai piedi della discenderia) sarà lunga 2.050 m verso l'Est e avrà una sezione la cui larghezza varia tra 29 e 37 m². La discenderia di Saint-Martin-la-Porte sarà situata a circa 7 Km dell'imbocco Ovest del tunnel. Avrà una lunghezza di 2.050 m (di cui 2.025 sono sotto terra),un dislivello di circa 86 m e una sezione la cui larghezza varia tra 80 e 100 m². Il cunicolo di Saint-Martin-la-Porte sarà lungo circa 1.500m e avrà una sezione la cui lunghezza varia tra 32 e 43 m². La discenderia di La Praz, situata a 20 Km dall'imbocco Ovest, sarà lunga 2.572 m con un dislivello di circa 300 m e una sezione la cui larghezza si aggirerà intorno a 80 m². Il cunicolo esplorativo di La Praz sarà lungo 2.000 m e avrà una sezione di 30 m².

Particolarmente attenta al rispetto del territorio, LTF accorda particolare importanza al recupero dei materiali di risulta derivati dagli scavi delle discenderie, dei cunicoli e del tunnel di base. Oltre un terzo dei 17,5 milioni di metri cubi di materiale di risulta generato dai cantieri nella loro totalità sarà riutilizzato sotto forma di granulato per cemento.

Il restante materiale dovrà essere stoccato e, per quanto possibile, utilizzato per rivalorizzare ambienti degradati, tra cui i vecchi siti di cave dimesse. Per trasformare il materiale di risulta in granulato per cemento è stata costruita un'unità di trasformazione nei pressi dell'ingresso della discenderia di Modane. Per quanto riguarda poi nello specifico il cantiere di Modane, la valorizzazione del materiale di risulta è ancora più importante dal momento che su oltre un milione di tonnellate di materiale che genera il cantiere (discenderie + cunicoli), 375.000 tonnellate verranno utilizzate per produrre granulati per cemento. Questi saranno poi utilizzati per realizzare i sostegni della sezione scavata e per le opere sotterranee di ricognizione di Modane, di Saint-Martin-la-Porte e La Praz.

6.6) Gli studi in corso

LTF ha realizzato degli studi preliminari insieme a quelli condotti da RFI e RFF per quanto riguarda le altre sezioni del futuro collegamento. I risultati di tali studi sono stati approvati nel dicembre del 2003 dai governi italiano e francese e hanno contribuito a precisare l'impegno finanziario revisionale e le modalità di realizzazione del futuro tratto comune italo- francese.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

Poi, a metà del 2004, nell'ambito del "progetto definitivo", LTF ha avviato alcuni studi complementari.

Questo Progetto definitivo permetterà un approfondimento di tutti gli aspetti del progetto; comporta in particolare studi funzionali (esercizio, manutenzione, sicurezza), studi tecnici (opere civili, geologia, impianti, ambiente) e studi economici, giuridici e finanziari. Consistono nel valutare il volume del traffico (viaggiatori, merci, autostrada ferroviaria) che transiterà lungo il nuovo collegamento all'orizzonte del 2015, del 2030 e del 2050. Tale dato sarà studiato sulla base dei diversi livelli di tariffazione e nell'ambito dei diversi quadri regolamentari.

Per elaborare tale studio gli esperti di LTF stanno analizzando le cifre relative al traffico passato e attuale, facendo calcoli previsionali sulla base di ipotesi macroeconomiche che tengono conto dell'evoluzione del prodotto interno lordo dei paesi europei e dello sviluppo degli scambi transfrontalieri.

Questi studi sul traffico interessano l'intero arco alpino, da Ventimiglia fino a Brennero, per quanto concerne le diverse modalità di trasporto: ferrovia, strada, aereo (per i viaggiatori). Essi valutano l'evoluzione del servizio proposto da ciascuna tipologia di trasporto, tenendo conto della creazione di nuove infrastrutture e del miglioramento dell'affidabilità e della regolarità del servizio ferroviario.

Infine questi studi integrano le misure che possono essere prese per favorire il passaggio del traffico dalla strada alla ferrovia: rincaro delle tariffe stradali (innalzamento dei pedaggi, canoni..) o limitazioni imposte al traffico all'interno dei tunnel stradali.

Nell'ambito delle diverse ipotesi analizzate è possibile intravedere una costante: entro una quindicina d'anni le infrastrutture stradali e ferroviarie esistenti saranno vivine alla saturazione. Infatti il numero dei TIR che transitano attraverso i valichi italo - francesi dovrebbe passare da 2,8 milioni a 3,4/3,6 milioni all'anno. Nello stesso arco di tempo il traffico ferroviario che si svolge attraverso il tunnel "storico" del Fréjus - Moncenisio raggiungerà i 17 milioni di tonnellate (merci + autostrada ferroviaria).

Nuove infrastrutture saranno quindi necessarie per assorbire tale aumento del traffico.

Gli studi economici permettono di valutare i costi e i relativi vantaggi risultanti dalla realizzazione e dall'utilizzo della futura linea.

Costi e vantaggi sono valutati per ciascun attore: imprese ferroviarie, gestori delle infrastrutture, utenti ed enti pubblici. Gli studi economici permettono altresì di valutare il costo del pedaggio che ciascun treno dovrà pagare per utilizzare il tunnel italo - francese.

Il costo globale comprende la valutazione dei costi d'investimento, di funzionamento e dei diversi vantaggi (quelli derivanti dal pagamento dei pedaggi e dall'utilizzo dei treni...).Questi studi vengono condotti sulla base d'ogni singolo scenario d'evoluzione del traffico delineato. Infine essi servono per valutare l'ammontare delle sovvenzioni necessarie alla realizzazione e al funzionamento della linea. Gli studi socio – economici includono al loro interno quelli che sono i costi e i benefici indiretti: decongestione delle infrastrutture stradali e aeroportuali, diminuzione dell'inquinamento acustico e ambientale, riduzione dell'effetto serra, del numero d'incidenti, dei possibili problemi d'impatto ambientale che si possono venire a creare durante la fase di lavoro nei cantieri...

6.6.1)L'applicazione dei modelli macro-economici

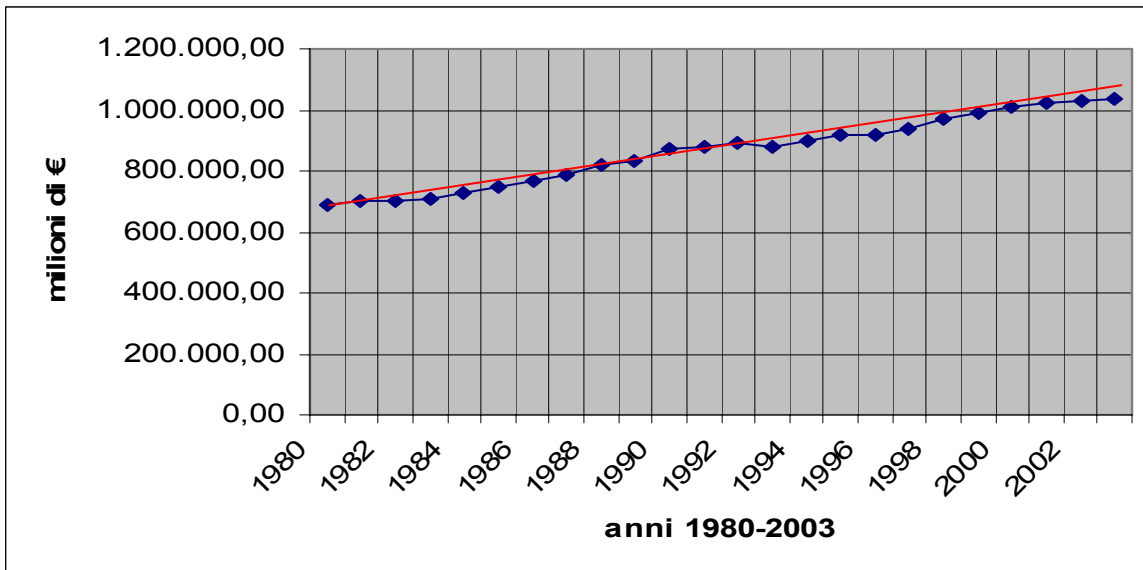
E' stato dimostrato da Leon-Tieff (premio Nobel per l'economia) nell'ambito della redazione del primo piano Generale dei Trasporti del 1986, e successivamente verificato da numerosi studiosi, che c'è una correlazione diretta tra crescita del PIL e andamento della domanda di trasporto.

In una recente ricerca sono stati individuati i coefficienti di elasticità tra PIL e flussi di domanda su strada e su ferrovia, cioè di quanto varia la domanda di trasporto per ogni punto percentuale di crescita del PIL. Tali valori sono risultati i seguenti:

elasticità merci ferrovia	0,81
elasticità merci strada	1,23

Esamino i dati ufficiali del PIL italiano nel periodo tra il 1980 e il 2003 (grafico seguente) è possibile costruire la linea di tendenza evolutiva, che rappresenta un andamento lineare (indice di correlazione $R^2 = 0,99$ – praticamente una retta), con un tasso annuale medio di crescita del 1,71 %.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia



Applicando gli indici di elasticità si ottengono i seguenti coefficienti di espansione della domanda al 2020:

$$\text{merci su ferrovia} = +0,81 \times 1,33 = 1,081;$$

$$\text{merci su strada} = +1,23 \times 1,33 = 1,641.$$

Identificati i tassi di crescita, è possibile applicarli ai flussi osservati sul corridoio del Frejus secondo diversi scenari:

Scenario minimo: applicazione sui dati 2004, che risentono di una riduzione dei traffici ferroviari per effetto dei lavori in corso sulla linea;

Scenario medio: applicazione sui flussi totali del 2004 (strada + ferrovia = 25,5 milioni di t/a) ma con le quote modali osservate nell'ultimo anno non perturbato da variabili esogene (prima la chiusura del Monte Bianco e quindi i lavori sulla ferrovia storica) e quindi il 1998;

strada 70%

ferrovia 30%

Si fa notare che si tratta di scenari del tutto prudentiali, in quanto non si valutano:

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

- l'effetto trainante del nuovo progetto e delle prestazioni offerte dai nuovi servizi e da quelli innovativi di autostrada ferroviaria previsti sulla direttrice;
- le previste misure di contenimento dei flussi stradali per ridurre l'impatto ambientale, in accordo agli indirizzi dell'Unione Europea;
- la saturazione del sistema stradale e la perdita di affidabilità ed efficienza di questa alternativa.

I dati di riferimento di base sono riportati nella tabella seguente:

	milioni di t/a1998	quote modali1998	milioni di t/a 1998	Quote modali 2004
FREJUS-MODANE	22,1	100,00%	25,5	100,00%
Ferrovia	9,3	42,08%	6,9	27,06%
Strada	12,8	57,92%	18,6	72,94%

I risultati dei due scenari sono i seguenti:

SCENARIO MINIMO: correlazione PIL con flussi 2004

Modane ferrovia	7,456 mil t/a	0,2
Frejus strada	30,519mil t/a	0,8
TOTALE	37,975 mil t/a	1

SCENARIO MEDIO: correlazione PIL su flussi 2004 e quota modale

Modane ferrovia	11,595 mil t/a	0,32
Frejus strada	24,234 mil t/a	0,68
TOTALE	35,829 mil t/a	1

In conclusione la sintesi dei risultati del modello macro-economico, in termini di traffico totale stimato sull'itinerario ferroviario, riportata qui di seguito:

MINIMA	7,5 mil t/a
MEDIA	11,6 mil t/a

6.7) Conclusioni

Una valutazione finale delle analisi svolte deve considerare che l'anno futuro preso a riferimento, il 2020, è molto vicino, data la durata di esecuzione del progetto, e che i modelli utilizzati non consentono di stimare:

- la domanda generata dal miglioramento di qualità e affidabilità dei servizi di trasporto ferroviario consentiti dal nuovo progetto;
- la crescita dei traffici di transito tra occidente e oriente d'Europa, presumibili con l'evoluzione delle relazioni economiche dell'Europa unita;
- i maggiori traffici connessi ai nuovi servizi di autostrada ferroviaria.

In conclusione, le analisi effettuate, confermano la necessità del nuovo valico ferroviario ed anche con una certa urgenza.

Infatti, queste stime si fermano al 2020 (praticamente una data ottimistica per l'apertura dell'esercizio del nuovo valico) e nessun indicatore economico e di andamento dei traffici fa ritenere che al 2020 si sia giunti al limite massimo di espansione della domanda e che quindi questa non continui a crescere.

7)IMPATTO COMMERCIALE DELL'ALTA VELOCITA'

La sfida del progetto AV/AC è orientata sia in direzione di un miglioramento del servizio offerto al viaggiatore sia in quella di un potenziamento della capacità delle principali linee, destinato ad avvantaggiare anche il trasporto delle merci che, pur in fase di ripresa rispetto al vettore stradale, necessita di un potenziamento strutturale per poter conquistare nuovi settori di mercato.

Questo nuovo tipo di trasporto è stato concepito con la prospettiva sia di garantire in futuro un collegamento tra le città italiane con una velocità media di poco inferiore ai 200Km/h, sia di migliorare l'accessibilità dei maggiori aeroporti nazionali anche da località distanti fino a 300 Km, incrementando ad esempio il ruolo strategico a livello internazionale degli scali di Roma ed in particolare di Milano, che amplierà il proprio raggio d'azione oltre i confini nazionali, in direzione della Svizzera e della Francia.

Il trasporto ad alta velocità non rimarrà comunque un settore completamente separato dal trasporto locale, in quanto proprio da esso dovrà trarre, attraverso impianti di interconnessione, i flussi necessari al sostentamento delle proprie correnti di traffico.

Con le nuove linee AV/AC si vuole dare un futuro al trasporto ferroviario cercando di riequilibrare la concorrenzialità rispetto agli altri mezzi di trasporto; se le ferrovie migliorano i loro servizi, potranno trasportare più persone e più merci, facendo ridurre trasporti stradali e aerei. Sarebbe un contributo per la decrescita di diversi fattori negativi: meno inquinamento atmosferico e acustico e meno morti (oltre 6'000 all'anno solo in Italia) e feriti sulle strade. Quello che si vuole ottenere è quindi il trasferimento dei passeggeri e delle merci sulle ferrovie; per raggiungere questo obiettivo, la ferrovia deve offrire dei tempi di trasporto brevi sia per la merci che per le persone.

Un'altro problema fondamentale che si vuole risolvere con la costruzione di nuove linee AV è la l'enorme situazione di saturazione di traffico sulle linee principali; questa situazione è fortemente penalizzante soprattutto per i treni viaggiatori locali e per i treni merci che devono soavemente fermarsi per dare precedenza ai treni viaggiatori a lunga percorrenza.

La creazione di percorsi distinti fra treni a lunga percorrenza e treni locali sulle direttrici fondamentali (Torino–Milano–Venezia e Milano–Bologna–Firenze–Roma–Napoli– Salerno) per il sistema di trasporti italiano risolve questo problema : la diversa velocità dei convogli, che hanno grosse (e ovvie) difficoltà nel sorpassarsi. Tenere distinto il flusso "lento" da quello "veloce", con il raddoppio dei binari non raddoppia, ma quantomeno

quadruplica le potenzialità di una linea. Ne traggono vantaggio sia i viaggiatori a lunga percorrenza sia i pendolari.

7.1) Le cifre del sistema AV/AC

Come abbiamo visto l'obiettivo principale della nuova infrastruttura ferroviaria è quello di aumentare la capacità, l'efficienza e la sicurezza del sistema ferroviario lungo le direttrici più frequentate e sature del Paese.

La tabella indica l'incremento dell'offerta giornaliera di treni passeggeri e merci sulle direttrici ferroviarie quadruplicate, al momento della piena operatività commerciale delle nuove linee veloci.

L'offerta attuale e futura tengono conto sia del trasporto di media e lunga percorrenza che del trasporto locale e regionale.

Numero di treni/giorno-Passeggeri e merci- Direttrici TO-MI-NA										
Tratta	Offerta linea storica				Offerta nuove linee				Incrementi%	
	Pax.M/L	Locale/TR	Merci	Totale	Pax.M/L	Locale/TR	Merci	Totale	Pax.	Merci
TO-MI	28	84	75	187	100	114	146	360	91%	95%
MI-BO	105	65	85	255	188	90	201	479	64%	136%
BO-FI	106	23	52	181	208	66	102	376	112%	96%
FI-RM	124	84	45	253	226	131	83	440	72%	84%
RM-NA	98	158	90	346	144	248	134	526	53%	49%

Fonte: FS

L'utilizzo delle più avanzate tecnologie esistenti e l'adozione dei migliori standard di sicurezza per treni e binari, insieme alle particolari caratteristiche dei tracciati, consentiranno ai treni veloci di diminuire i tempi di percorrenza, sia tra le diverse città toccate dalle nuove linee, che, in generale, tra i diversi centri serviti dalla rete ferroviaria.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

La stretta interconnessione delle nuove linee con la ferrovia esistente permetterà inoltre di estendere i benefici dei nuovi collegamenti a tutto il sistema ferroviario avvicinando il Nord a Sud dell'Italia e l'Italia al resto d'Europa.

Lione (con il completamento delle nuove linee veloci italiane e la realizzazione della Torino – Lione) sarà raggiungibile da Roma in 5h42' rispetto alle 10h47' attuali, Bari in 3h40' rispetto alle 4h40' attuali, Reggio Calabria in 5h15' rispetto alle 6h15' attuali. Da Milano a Roma impiegheranno 3h rispetto alle 4h30' attuali, e da Torino a Napoli saranno necessarie solo 5h rispetto alle oltre 9h attuali considerando anche i tempi di fermata in ogni stazione di circa 5 minuti.

Tempi attuali e previsti			
Tratta	Distanza attuale	Tempi sulle linea storica	Tempi sulle nuove linee AV
Torino-Mialno	153	1h 35'	50'
Milano-Bologna	215	1h 46'	1h
Bologna-Firenze	92	58'	30'
Firenze-Roma	262	1h 35'	1h 20'
Roma-Napoli	214	1h 45	1h 05'

Fonte: FS

Offrire a persone e a merci infrastrutture di trasporto fluide, razionali e accessibili significa anche incrementare la produttività generale ed acquistare maggiore competitività sul mercato internazionale.

Secondo gli studi effettuati l'impatto sociale ed economico degli investimenti infrastrutturali nei trasporti va considerato sotto aspetti diversi.

Già nella fase di costruzione, la realizzazione di nuove linee consentirà di attivare diversi settori dell'industria nazionale, quali il comparto opere pubbliche, quello relativo a materiali e forniture elettriche e quello relativo ai mezzi di trasporto.

Sul versante dell'occupazione questo produrrà benefici effetti in termini di occupazione diretta, indiretta e indotta. Gli effetti più interessanti, e naturalmente più difficili da stimare

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

al momento, saranno, tuttavia, palesi una volta realizzata completamente la ristrutturazione della rete dei trasporti. E' evidente, infatti, che la riorganizzazione dei servizi di mobilità, inclusi quelli a livello locale e regionale, potrà favorire l'economia italiana sul piano nazionale e internazionale, poiché sosterrà la circolazione di merci e passeggeri a costi competitivi, e offrirà alle aziende un servizio distributivo veloce, conveniente, sicuro, ed ecologico.

Per quanto riguarda l'occupazione diretta, al 31 ottobre 2000, risultavano essere oltre 5000 i lavoratori impegnati nella realizzazione delle nuove linee mentre si stimano in oltre 20.000 gli occupati totali attuali, di cui 14.000 direttamente impegnati nella costruzione dell'opera.

	Occupazione complessiva tratte e nodi nel 2005						
	Mar'05	Apr'05	Mag'05	Giu'05	Lug'05	Ago'05	
Tratta TO-MI	6235	6328	6310	6448	6137	5726	
Tratta MI-BO	3879	4224	4321	4589	4684	4156	
Tratta BO-FI	2072	2060	2035	1983	1981	1880	
Tratta RM-NA	718	708	644	665	649	734	
Nodo BO	623	679	762	789	856	783	
Nodo RM	559	588	597	607	603	474	
Nodo NA	174	164	169	174	171	167	
Totale	14260	14751	14838	15255	15081	13920	
Saldo sul mese precedente	170	491	87	417	-174	-1161	

Fonte: www.tav.it

7.2) Confronto del sistema AV con il trasporto aereo e stradale

La situazione che si viene a configurare attualmente, per quanto riguarda il trasporto aereo, è quella di uno spazio aereo italiano (e anche europeo) pressoché saturo. Nati molte volte su siti in precedenza occupati da infrastrutture militari, gran parte degli

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

aeroporti italiani denunciano problemi di insufficiente dimensionamento in rapporto alla più recente evoluzione dei traffici. L'elevata densità di abitanti nelle aree circostanti, unita all'impatto ambientale del traffico aereo ed ai problemi di sicurezza in prossimità delle piste di atterraggio, ostacolano l'ampliamento delle infrastrutture e la gestione di quote di traffico ogni anno crescenti. L'aeroporto intercontinentale di Malpensa 2000, inserito dall'Unione Europea tra i progetti infrastrutturali considerati prioritari nel contesto delle reti di trasporto europee, con oltre 17 milioni di passeggeri all'anno risultava, già a pochi mesi dall'apertura, utilizzato per circa i due terzi della sua capacità.

La saturazione delle infrastrutture provoca inoltre lunghe attese nei decolli e negli atterraggi. Un secondo limite allo sviluppo del traffico aereo è rappresentato dalla non sempre ottimale accessibilità degli scali, ubicati all'esterno del contesto urbano e spesso non adeguatamente connessi con gli altri sistemi di trasporto. Un esempio eclatante è ancora rappresentato dall'aeroporto di Malpensa, a 50 km dal centro di Milano cui era collegato, fino a pochi anni fa, da un'autostrada esercita oltre i limiti di saturazione per gran parte della giornata. Il collegamento ferroviario, attivato solo con l'inaugurazione del nuovo scalo nel 1998, è delegato ad una ferrovia secondaria, mentre quello con la rete delle Ferrovie dello Stato è attualmente solo in fase di progetto. Anche altri importanti aeroporti nazionali, come Milano Linate, non sono tuttora raggiunti da linee metropolitane ed i lunghi tempi richiesti per gli spostamenti tra essi e la città costituiscono, per i viaggi su distanze brevi e medie, il maggiore deterrente all'utilizzazione dell'aereo in alternativa ai vettori terrestri. Nonostante queste situazioni, i dati di traffico dell'anno 2006 confermano la crescita del settore del trasporto aereo commerciale sia per quanto riguarda i movimenti degli aeromobili che per quanto concerne i passeggeri ed il cargo.

TRAFFICO AREOPORTUALE (passeggeri)		
ANNI	Passeggeri(in migliaia)	Variazione % rispetto all'anno precedente
1991	44.774	-3,9
1992	50.207	12,1
1993	52.232	4
1994	55.372	6
1995	58.724	6,1

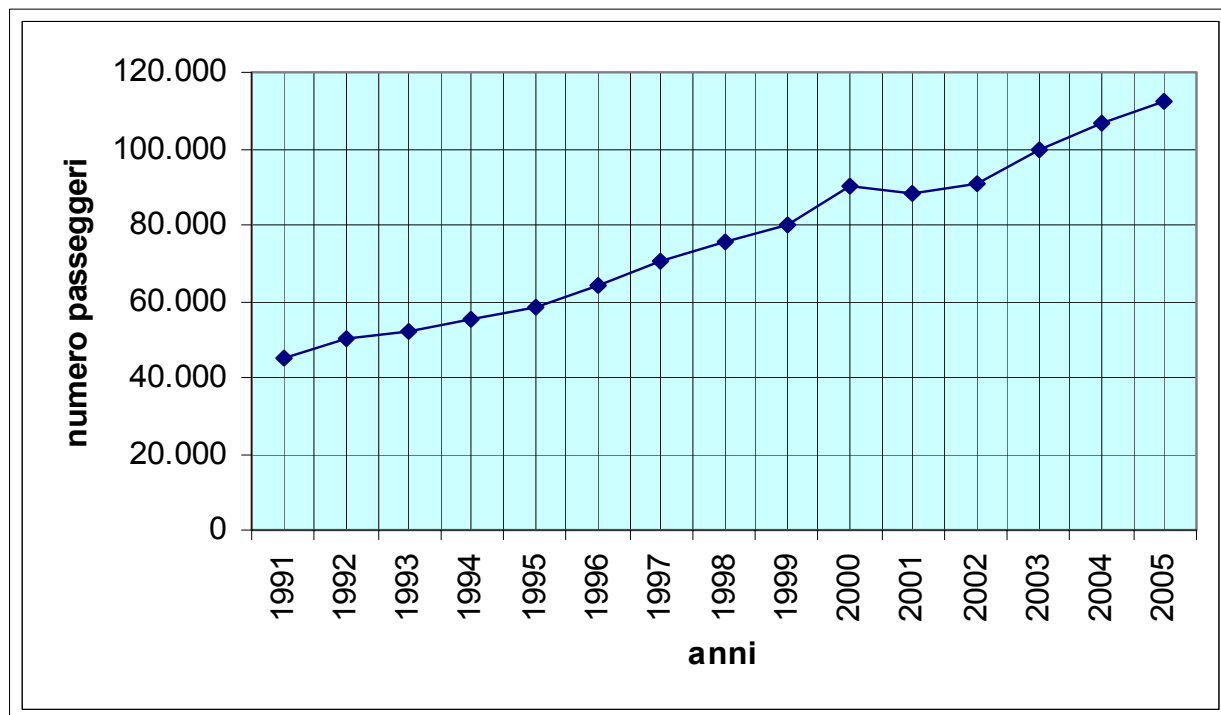
Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

1996	64.290	9,5
1997	70.464	9,6
1998	75.706	7,4
1999	79.915	5,6
2000	89.966	12,6
2001	88.412	-1,7
2002	91.007	3
2003	99.733	9,6
2004	106.522	6,08
2005	112.168	5,3

Fonte: ISTAT

In particolare, rispetto al 2005:

- Il numero dei movimenti degli aeromobili, pari a oltre 1,4 milioni, ha registrato un incremento del 5,3%;
- Il numero dei passeggeri trasportati, pari a circa 123 milioni, è aumentato del 8,8%;
- Il trasporto di merci e posta, pari a 916 mila tonnellate, ha evidenziato una variazione positiva del 5,5%.



Il motore trainante dell'utilizzo del vettore aereo è stato il fenomeno Low Cost, che è passato dai 12,7 milioni di passeggeri del 2004 ai 28,4 del 2006, con un balzo medio annuo del 50%, mentre il trasporto dei vettori tradizionali è rimasto sostanzialmente invariato.

Una low cost è una compagnia aerea che offre voli a prezzi molto inferiori alla media, eliminando gran parte dei servizi accessori rivolti ai passeggeri.

Le caratteristiche di una compagnia aerea low cost, grazie alle quali i prezzi risultano estremamente economici, generalmente sono:

- Singola classe di passeggeri. Alcuni vettori non prevedono nemmeno la prenotazione dei posti lasciando libera la scelta dei posti a sedere
- Maggioranza della flotta costituita da un unico modello di aeromobile (in questo modo scendono i costi delle riparazioni).
- Configurazione dell'aereo con maggior numero di posti a sedere rispetto ai vettori tradizionali.
- Viene generalmente consentito un peso inferiore per il bagaglio rispetto a quanto offerto dai vettori tradizionali (il peso in eccedenza viene trasportato con un sovrapprezzo)
- Eliminazione dei pasti gratuiti durante il volo. Si possono comperare delle bevande e degli spuntini a bordo.

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

- Multiruolo dei dipendenti (hostess e steward svolgono più funzioni)
- Sfruttamento della flotta più intenso attraverso soste molto brevi negli aeroporti (turnaround - di regola inferiore ad 1 ora), voli a breve/medio raggio.
- Collegamenti generalmente tra aeroporti secondari, di solito più convenienti e senza restrizioni di slot rispetto agli scali principali
- Esclusivamente collegamenti point to point e nessun interlink coordinato con altre compagnie aeree.
- Risparmi di spese attraverso la distribuzione diretta, specialmente attraverso call center e su internet, check-in distributori automatici, eventualmente service-fees.
- Le offerte economiche (anche a € 0,99) valgono solo per prenotazioni anticipate o delimitate, per un contingente relativamente basso di posti messi a disposizione.
- Amministrazione: Lean management (risparmio sul personale).

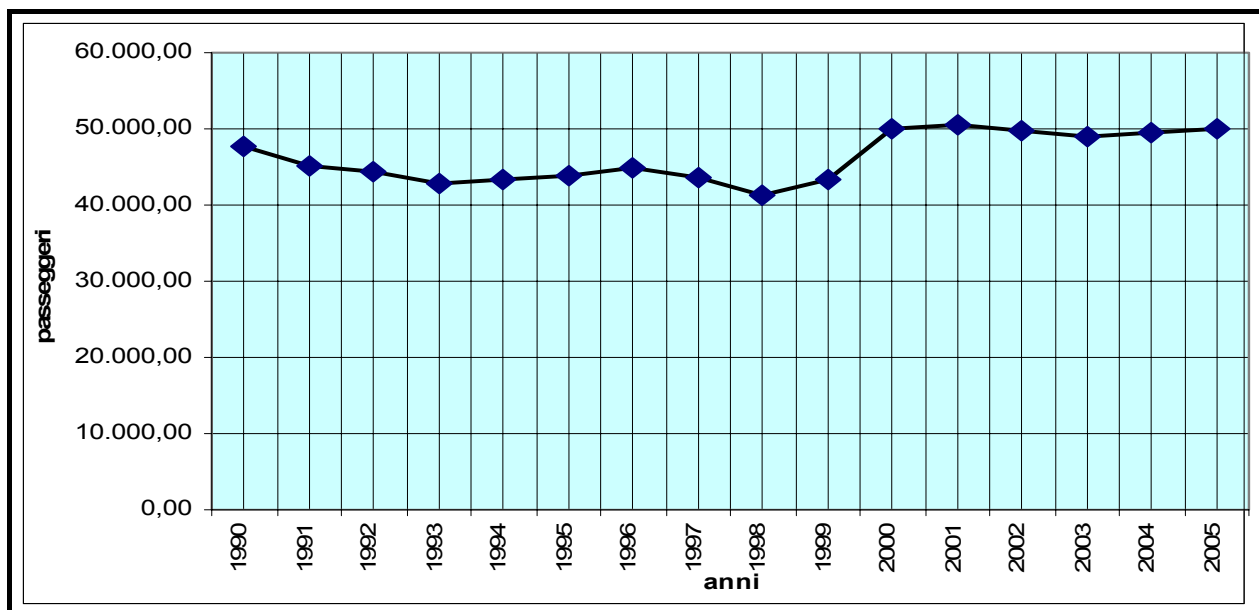
La risposta delle Ferrovie dello stato, tuttavia non è stata da meno: nel primo semestre 2006 i passeggeri sono stati quasi 15 milioni in più rispetto al corrispondente periodo 2005 ma l'aumento più significativo è stato registrato nel traffico merci. Complessivamente, infatti, il volume di traffico è cresciuto del 5 % rispetto al periodo gennaio-giugno 2005. Particolarmente rilevante la crescita del traffico nazionale, che ha fatto registrare un incremento dell'11%.

TRAFFICO DELLE FERROVIE DELLO STATO		
ANNI	Passeggeri(in migliaia di passeggeri-Km)	Variazione % rispetto all'anno precedente
1990	47.784,00	
1991	45.064,70	-3,5
1992	44.408,80	-1,5
1993	42.720,30	-3,8
1994	43.375,30	1,5
1995	43.859,20	1,1
1996	44.782,00	2,1
1997	43.590,50	-2,7
1998	41.391,50	-5

Nascita e Sviluppo del Sistema ALTA VELOCITA' in Italia

1999	43.424,00	4,9
2000	49.923,00	5,5
2001	50.424,00	1,4
2002	49.671,00	-1,6
2003	49.067,00	-0,3
2004	49.493,00	0,7
2005	50.078,00	1,2

Fonte: ISTAT



Oltre a offrirsi come alternativa al sistema di trasporto aereo, l'AV si presenta come soluzione anche alla situazione di saturazione che caratterizza il trasporto su gomma, sia per quanto riguarda il trasporto di passeggeri che delle merci.

Inoltre non va certamente trascurato il fattore inquinamento ambientale e acustico.

Per quanto riguarda l'impatto ambientale, la Ferrovia e in particolare quella ad AV, è il sistema di trasporto che rispetta di più l'ambiente da tutti i punti di vista.

In particolare, riferendosi ad una proiezione all'anno 2010, con una rete AV risulta:

1. per la quantità di territorio occupato, un'autostrada necessita – a parità di traffico svolto – una superficie 4 volte maggiore a quella della ferrovia e tale uso del territorio è ancora più favorevole alla ferrovia se ci si riferisce all'unità di superficie occupata per miliardo di vkm;

2. dal punto di vista del consumo energetico, si deve osservare che già oggi la ferrovia, non consuma più dell'1% del totale di tutta l'industria, con il traffico stradale che arriva al 25%, l'industria manifatturiera al 31% e il trasporto aereo al 3%,ecc.;in una proiezione al 2010, con la creazione della rete AV, il vantaggio del trasporto su ferro aumenta ancora sia in termini assoluti che relativi; le proiezioni della CE dicono infatti che al 2010 il trasporto stradale consumerà 2,3 volte più energia e l'aereo 3 volte più della ferrovia, a parità di altre condizioni e con i traffici ad allora ipotizzati;

3. dal punto di vista ambientale l'emissione di acidi equivalenti dà sempre ragione alla ferrovia sia in termini assoluti, che riferito a un miliardo di vkm;in quest'ultimo caso le emissioni più pericolose (CO,CO₂,NO_x,ecc) sono da 5 a 20 volte inferiori nel caso della ferrovia AV rispetto alla strada; l'inquinamento acustico dà risultati analoghi tanto che – prendendo come riferimento il Leq (livello equivalente di rumore)- se si costruisce una ferrovia AV parallela ad una autostrada già esistente, non c'è nessuna variazione apprezzabile del Leq fra la situazione precedente e quella successiva alla costruzione della ferrovia.

In generale, a parte la sicurezza dei viaggiatori e del personale, la CE ha rilevato che nei Paesi membri più la Svizzera e la Norvegia, il traffico stradale produce ogni anno circa 50.000 morti e 1,5 milioni di feriti.

Riassumendo si può quindi affermare con sicurezza che i principali vantaggi del sistema ferroviario AV, in confronto agli altri sistemi di trasporto concorrenti, cioè la strada e l'aereo, sono i seguenti:

- emissione, da parte del sistema ferroviario AV, di sostanze inquinanti molto ridotte;
- consumi energetici decisamente inferiori rispetto a quelli degli altri sistemi di trasporto;
- utilizzo del territori molto limitato;
- tempi di percorrenza paragonabili a quelli dell'aereo almeno fino a distanze di 1000-1200 Km;
- costi del trasporto per unità di traffico molto limitati;
- creazioni di posti di lavoro nel periodo transitorio della costruzione della rete e in via permanente, in quantità elevata.

