

LEGGERA, AUTOMATICA ED EFFICIENTE

Un caso reale di trasporto pubblico funzionante: quello della metropolitana di Lille, in Francia. Dove il sistema scelto per completare la rete esistente ha permesso di raggiungere un equilibrio del traffico.

Il problema dell'efficienza dei trasporti pubblici nelle aree metropolitane in molte città italiane e, in generale, nei Paesi più industrializzati, soprattutto a partire dagli anni Ottanta, è divenuto fattore essenziale che condiziona gli aspetti fondamentali per un organico sviluppo della società: da quelli ambientali, alle condizioni di mobilità e, conseguentemente, della stessa economia.

La situazione dei trasporti pubblici, almeno in parte, è paralizzata dal predominio della movimentazione urbana delle autovetture che, negli anni più recenti, hanno avuto un incremento continuo di tipo iperbolico. Proposte e provvedimenti di vario tipo sono stati avanzati e posti in essere in maniera differenziata in relazione alle particolari situazioni locali, più o meno complesse, su cui prevalgono quelle urbanistiche, la localizzazione dei servizi, l'estensione del sistema viario urbano.

Le soluzioni non sempre sono confrontabili, né possono essere univoche. Comunque, oggi, si è in condizione di poter disporre di elementi di confronto, esaminando con spirito critico il comportamento di provvedimenti già adottati, verificando, perciò, la qualità di certe scelte. Questo metodo, integrato possibilmente da eventuali correzioni, potrebbe permettere di raggiungere un obiettivo oggettivamente valido eliminando inutili sperimentazioni che, oltretutto, hanno un peso economico non indifferente.

Come è noto in risposta al problema del traffico urbano vi sono due tipologie principali d'interventi integrativi:



a) ristrutturazione e ampliamento dei sistemi in superficie (autobus, tram, filobus);

b) previsione di un trasporto rapido in sede propria (metropolitana).

In quest'ultimo caso si hanno indicazioni e soluzioni diverse soprattutto in ragione della capacità del traffico che dovrà essere smaltito e della tipologia della circolazione.

Per aree di media estensione hanno trovato una buona diffusione le metropolitane leggere automatiche con convogli costituiti da pochi elementi, trazione elettrica e movimentazione centralizzata. Su queste metropolitane leggere è abbastanza sviluppata la bibliografia riguardante i sistemi costruttivi.

In sintesi, il sistema di trasporto ad automatismo integrale, brevettato nel 1970, è costituito da vetture prive di conducente su ruote gommate agenti su una pista di calcestruzzo. La funzione di guida è assicurata da ruote ad asse verticale, anch'esse gommate, scorrenti su guide laterali in acciaio che forniscono, attraverso pattini, l'energia elettrica di trazione

(750 V).

Molto meno, invece, si è scritto sugli indirizzi organizzativi e gestionali.

Lo scopo del presente lavoro è stato finalizzato ad approfondire i mezzi operativi adottati nell'esecuzione della metropolitana leggera ed automatica di Lille i cui i risultati, per la sua estensione e per le caratteristiche particolari, potrebbero servire da guida in altri casi simili.

LE CARATTERISTICHE GENERALI DELLA METROPOLITANA DI LILLE

Lille è il maggiore degli 86 comuni che rappresentano la Communauté Urbaine de Lille, della quale fanno parte i due grossi centri di Roubaix e Tourcoing, per una popolazione globale di 1.150.000 abitanti su un territorio di 612 chilometri quadrati.

Il sistema dei trasporti pubblici di questa grande area è costituito da una rete di autobus, da una tranviaria (lunga 19 chilometri) e da una rete metropolitana estesa complessivamente 29 chilometri (due linee).

Tutto il sistema è diretto dalla CUDL (Communauté Urbaine de Lille), ente amministratore dell'area metropolitana, mentre la gestione dell'intera rete dei trasporti pubblici è affidata a una Società privata, attraverso una gara di appalto con cadenza quinquennale.

La rete metropolitana completamente automatizzata, chiamata VAL, è estesa complessivamente 28,9 chilometri, di cui 13,3 per la linea 1 e 15,6 per la linea 2 e ha, all'attualità, un parco di 83 convogli

di due vetture ciascuno e 39 stazioni. Completano le strutture due grandi garage o depositi situati alle estremità delle rispettive linee.

La costruzione della metropolitana VAL è stata iniziata nel 1978 con la linea 1 Villeneuve d'Ascq-CHR, aperta all'esercizio nel 1983. L'anno successivo sono iniziati i lavori per la linea 2 St Philibert-Gares, in servizio dal 1989 e prolungata, nel 1995, fino a Fort de Mons; attualmente si lavora per l'ulteriore prolungamento di quest'ultima linea fino a Roubaix e Tourcoing, per ulteriori 12,5 chilometri da aprire al servizio commerciale nella primavera del 1999. La tipologia strutturale adottata per le due linee è riportata nella tabella 1.

Il sistema automatizzato, come è logico, ha imposto una netta distinzione fra opere civili e assemblaggio delle attrezzature tecnologiche, queste ultime realizzate dalla società Matra Transport, su proprio brevetto.

Evidentemente i due progetti sono stati sottoposti a una continua verifica e in stretta collaborazione. Gli obiettivi fondamentali che sono posti a base di metropolitane di questo tipo possono così distinguersi:

- mantenere un'elevata efficienza del servizio (orari, corse preventivate anche per i collegamenti con la rete dei servizi di superficie);
- garantire la massima sicurezza dei convogli;
- mantenere il controllo continuo su tutta la rete;
- ottenere la massima economicità di tutto il servizio;
- garantirsi contro possibili atti vandalici.

I risultati ottenuti sono incoraggianti e rappresentano una indiscussa valutazione positiva del sistema per cui si ritiene opportuno un esame più approfondito.

LA GESTIONE DELLA CIRCOLAZIONE

Il Posto di Controllo e di Comando (PCC) della rete VAL è situato nella stazione Gares e consente l'automatismo integrale attraverso il controllo a distanza della marcia del convoglio, secondo un programma prefissato.

Eventuali variazioni rispetto alla marcia standard, per effetto di cause diverse (ritardo nella chiusura delle porte, immissione di nuovi convogli in linea) sono subito rilevati dal computer che invia al

Tab. 1 - Tipologia infrastrutturale rete VAL

	Lung. Km	Galleria Km	Viadotto Km
Linea 1	13,3	9,3	4
		70%	30%
Linea 2	15,6	12,0	3,6
		77%	23%
Prolungamento linea 2 (in costruzione)	16,7	15	1,7
		90%	10%

convoglio stesso, in tempo reale, i comandi necessari a migliorare la sua regolarità di marcia. Ad esempio, la velocità massima, fissata in 60 chilometri orari, può essere elevata fino a 80 chilometri orari od opportunamente ridotta, secondo le esigenze. Nel posto PCC si ha un grande quadro schematico delle due linee con indicazioni luminose della esatta posizione dei convogli di linea e degli itinerari predisposti; tale quadro fornisce anche l'indicazione sulla perfetta apertura delle porte di stazione e la situazione delle linee elettriche di alimentazione. Come misura di sicurezza una serie (25) di video a circuito chiuso, collegati a 250 telecamere installate nelle stazioni, (nella biglietteria, presso le scale mobili e sulla via di corsa) forniscono una visione globale degli impianti. Tutte le operazioni nel posto di controllo vengono eseguite automaticamente, per cui il ruolo dei sette operatori in sala (uno di questi è il supervisore responsabile) è prettamente di controllo dell'operato dei computers e di intervento nell'eventualità che si verifichi una qualsiasi avaria imprevista e imprevedibile.

Gli operatori della centrale di controllo, attraverso 5.000 telecomandi e 30.000 telemisure, con cicli di aggiornamento di 2 secondi, hanno precisa conoscenza di qualsiasi guasto si possa verificare lungo le linee con la possibilità di diagnosticare a distanza la natura del disservizio e telecomandare la messa fuori servizio del componente guasto e la sua sostituzione; nel caso che il guasto sia in corso a un convoglio, causandone l'arresto, viene comandato a un altro veicolo di spingerlo fino al deposito (operazione di "accosto").

Il software associato alla diagnostica permette, perciò, la visualizzazione su video della situazione tecnica di qualsiasi convoglio in linea per cui è possibile conoscere in tempo reale lo stato di eser-

cizio di ogni componente del convoglio, dalla pressione dei pneumatici alla temperatura all'interno delle vetture.

La corrente elettrica di alimentazione è continua a 750 V fornita da sottostazioni che sono alimentate in corrente alternata a 20.000 V e frequenza industriale; anche la rete elettrica degli impianti fissi è sotto il controllo del PCC, che si mantiene costantemente in contatto con le postazioni fisse presenti in tutte le stazioni, delle quali soltanto una su sette è presenziata. Si sottolinea che gli agenti sui convogli e gli stessi viaggiatori possono comunicare con il PCC e, da quest'ultimo, con la Polizia, i Vigili del Fuoco o con équipes mobili di pronto intervento, tramite interfoni presenti in ogni stazione e su ogni vettura. Per quanto riguarda il regime di esercizio, viene adoperato il tradizionale sistema a blocco fisso.

Le linee sono divise in sezioni di blocco (cantons) generalmente in numero di una per ogni tratta interstazione (in media 710 metri di lunghezza) e con un massimo di due nelle interstazioni più grandi; cellule a ultrasuoni, il cui fascio è interrotto dal passaggio del convoglio, garantiscono l'informazione relativa all'occupazione o alla liberazione da parte dei treni della sezione stessa. A loro volta le sezioni sono suddivise in segmenti pari alla distanza di frenatura, in ognuno dei quali è posata una striscia di anelli di rilevazione attraverso i quali il treno trasmette continuamente il segnale di pura presenza.

Il controllo della velocità dei convogli avviene tramite due linee di trasmissione a bifilari incrociati alimentati con continuità, posati anch'essi sulla via di corsa. La prima linea, dotata di incroci isocroni, fornisce al convoglio il diagramma di velocità in marcia normale per la guida in condizioni ordinarie fra due stazioni contigue. La seconda linea, anch'essa dotata di incroci isocroni, fornisce, invece, un programma di marcia per l'arresto del treno alla fine del settore, impedendogli così di entrare in un segmento già occupato. L'apparecchiatura di bordo, che normalmente regola la marcia del convoglio leggendo dalla prima linea di trasmissione, tramite quest'ultima può ricevere, dal Posto di Controllo e di Comando, l'ordine di rispettare il programma di marcia della seconda linea, qualora il settore successivo risultasse occupato.

In stazione, un particolare controllo di posizione comanda l'arresto di precisione

in corrispondenza delle porte di banchina.

Dal punto di vista della sicurezza e della regolarità di circolazione il sistema adottato garantisce che gli obiettivi fondamentali possano essere pienamente raggiunti.

ALCUNE INDICAZIONI SULL'ESERCIZIO E SULL'AFFIDABILITA'

Il sistema è stato concepito per il raggiungimento di capacità comprese fra 6.000 e 12.000 viaggiatori/ora per direzione, con velocità commerciale, nell'ipotesi di tempi di fermata compresi tra 15 e 25 secondi, che si mantiene non inferiore a 35 chilometri orari. Questi risultati sono raggiungibili utilizzando vetture dalle dimensioni relativamente ridotte (con capienza di soli 100 passeggeri) rispetto a quelle in uso nelle metropolitane tradizionali. Tutto ciò è possibile realizzando intervalli temporali molto ridotti fra i passaggi dei successivi convogli; il distanziamento temporale fra due treni che si succedono non supera i 6 minuti, anche nelle ore di morbida accentuata e si riduce a 60 secondi nelle ore di punta; in quest'ultimo caso si raggiunge una capacità complessiva, con treni di due vetture a pieno carico, di 12.000 passeggeri/ora per direzione. Per i ridotti intervalli fra i veicoli imposti dall'esercizio durante i periodi di punta, ogni giorno c'è bisogno di un numero elevato di vetture disponibili in piena efficienza, di conseguenza la manutenzione ordinaria o preventiva viene eseguita ciclicamente con ritmi che non hanno sosta ed è suddivisa in livelli di priorità in ragione delle esigenze dei sottosistemi.

Risulta da questi brevi cenni che l'aspetto manutentivo della metropolitana automatica VAL deve essere curato con maggiore approfondimento che per altri sistemi, anche per fornire all'utente un aspetto di assoluta affidabilità soprattutto laddove l'uso del mezzo proprio è ancora preminente. Perciò, particolare cura è stata dedicata, durante l'esercizio, alla catalogazione dei danni e all'individuazione di tutti quegli elementi che possono apportare perturbazioni al corretto funzionamento del sistema: la diagnostica è anche mirata all'individuazione dei costi e alla ricorrenza dei guasti.

È interessante esaminare alcuni dati sulla disponibilità ed affidabilità del sistema rilevati in un anno di esercizio.

La linea 1, nel periodo che va dal 1 novembre 1993 al 31 ottobre 1994, ha registrato un tasso di puntualità pari a 0,9945, con perturbazioni per un tempo totale di 1550 minuti.

In tale tempo di perturbazione vanno considerati i cinque periodi di Servizio Provvisorio effettuati durante l'anno, opportunamente ragguagliati per tenere conto della limitata ripercussione sugli utenti. In effetti la durata complessiva di questi servizi è stata di 310 minuti, ma soltanto 140 minuti sono stati conteggiati come tempo di perturbazione. La linea 1 è stata interessata da azioni di vandalismo che rappresentano il 30 % delle cause di perturbazione. Da questi dati risulta una durata di perturbazione media mensile di 130 minuti, a prescindere dalla causa.

La linea 2 ha assicurato un tasso di puntualità pari a 0,9962, per un tempo totale di perturbazioni di 1273 minuti: fra questi sono stati conteggiati 260 minuti di tempi relativi ai quattro servizi provvisori effettuati, della durata complessiva reale di 670 minuti. La durata di perturbazione media mensile è stata di 100 minuti indipendentemente dalla causa.

Comunque le zone più sensibili sono state le tratte in cui le linee sono in trincea o in viadotto. In ogni caso si tratta di perturbazioni molto contenute (soltanto sulla linea 2 si è dovuto constatare un caso di svio di un convoglio su uno scambio) per le quali si stanno adottando opportuni provvedimenti di salvaguardia (barriere anti-intrusione).

LA CONCESSIONE

La gestione dell'intera rete dei trasporti pubblici di Lille è affidata ogni cinque anni a un ente privato, mediante una gara di appalto. L'autorità organizzatrice è il Sindacato Misto di gestione dei Trasporti

Pubblici della Comunità Urbana di Lille (SMT), che riceve per delega dalla CUDL e dal Dipartimento del Nord i poteri nel campo della gestione dei trasporti.

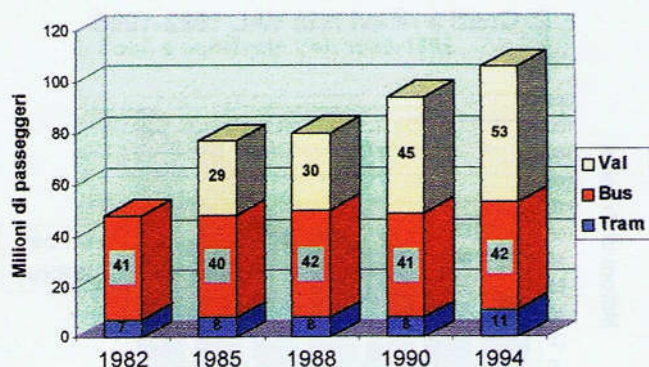
Fino al 1988 la gestione dei trasporti pubblici dell'area metropolitana avveniva in regime di mandato: l'impresa privata esercente si impegnava a rispettare un capitolato, con bilancio di esercizio pubblico per cui si prevedeva che, qualora le spese superassero il preventivo, la collettività se ne sarebbe assunto il maggiore onere.

Dal 1989 SMT ha stipulato una convenzione sulla base di un impegno forfettario con l'esercente che responsabilizzava quest'ultimo alla tenuta degli obiettivi di spesa, assegnandogli nel contempo maggiore libertà nella gestione del budget.

Per il periodo 1993-1997 è stato introdotto il criterio di assegnazione mediante una procedura di gara: la SMT ha scelto il gestore sulla base delle garanzie di rispetto delle clausole qualitative e quantitative del capitolato e delle condizioni finanziarie più vantaggiose. I termini del contratto sono in sintesi i seguenti: l'ente concedente si impegna a versare alla società esercente una somma prefissata, stimata pari alle spese di gestione, mentre la società esercente, in cambio, si impegna a rimborsare ogni anno una somma prefissata, corrispondente al 70% circa della somma precedente, stimata pari agli introiti. La differenza tra le due quote, pari al 30 % circa delle spese di gestione, rimane a carico dell'ente pubblico; si tratta di una cifra già prefissata per tutti i cinque anni di durata del contratto, con variazioni nel tempo determinate a priori in modo da non aumentare neanche in valore assoluto. Qualora la società esercente dovesse superare le spese previste, ciò graverà esclusivamente sul suo bilancio. Viceversa, se gli introiti doves-

Tab. 2 - Evoluzione del traffico sulla rete di trasporti pubblici di Lille nel periodo 1982-1994 (in percentuale sono riportati gli incrementi rispetto al 1982)

Viaggiatori all'anno (milioni)	1982	1985	1990	1994
VAL	-	28,7	45	53
Tram	5,9	7,6	8	11
Autobus	41,4	40	41	42
Totale rete di superficie	47,3	47,6	49	53
	-	+1%	+4%	+11%
Totale trasporti pubblici	47,3	76,3	94	106
	-	+61%	+99%	+124%



sero superare la cifra prestabilita, l'eccedenza potrà essere incamerata dall'esercente ma, per l'anno successivo, la CUDL è messa in condizioni di rimodulare la cifra richiesta in funzione dei maggiori introiti registrati. Sono fissati, inoltre, all'interno del capitolato di prestazioni la consistenza dell'offerta (percorse e frequenze di ogni linea), le modalità di controllo dei titoli di viaggio, le informazioni alla clientela, la cifra massima disponibile per la manutenzione straordinaria o per l'acquisto di nuovi mezzi. Sono fissati ancora i coefficienti quantitativi della qualità del servizio in termini di puntualità, efficienza delle scale mobili, degli ascensori e dei distributori automatici di biglietti, modalità circa la pulizia dei diversi ambienti concessi al gestore. Qualora uno di questi coefficienti scendesse al di sotto di una prefissata soglia, la società esercente sarebbe obbligata al pagamento di una multa quantificata nel contratto. La CUDL, comunque, non è esente da obblighi nei riguardi del gestore: essa è, infatti, tenuta a intervenire sul traffico veicolare, con l'introduzione di corsie preferenziali, regolazione semaforica, in modo da garantire ai mezzi pubblici di superficie il rispetto di una prefissata velocità media.

Il contratto, in sostanza, mentre garantisce la Comunità sulla qualità del servizio e permette un controllo continuo ed efficiente della gestione economica.

Si precisa che la gestione non è limitata soltanto alle linee metropolitane VAL, ma riguarda l'intero servizio dei trasporti pubblici, compresa la rete tramviaria e quella di autobus, perché l'equilibrio che si ricerca riguarda tutta la movimentazione dei mezzi pubblici.

Il complesso dei trasporti pubblici di Lille, attualmente, è affidato alla società privata Transpole; dai risultati di un anno di esercizio si rileva che la società eser-

cente è rimasta entro i limiti di economicità soltanto per il risultato molto positivo ottenuto nel servizio metropolitano, che ha bilanciato quello negativo registrato per i servizi di superficie.

ALCUNI RISULTATI RAGGIUNTI E CONSIDERAZIONI SULLA ECONOMICITÀ DEL SISTEMA.

I trasporti urbani della Comunità di Lille, dopo l'entrata in servizio della metropolitana automatica VAL, la contemporanea ristrutturazione della rete superficiale di supporto e l'integrazione delle linee suburbane, hanno raggiunto un incremento del numero di spostamenti pari al 40%. Il successo con l'entrata in servizio delle linee VAL si è notato già nel 1985, dopo appena due anni dall'inizio funzionale del nuovo sistema, con 28,7 milioni di viaggiatori trasportati (tabella 2). Questo risultato si è incrementato di anno in anno, anche a seguito dell'entrata in servizio della linea 1 bis (primo tratto della linea 2, da St. Philibert a Gares per 12 chilometri), pervenendo a una movimentazione di 45 milioni di viaggiatori nel 1990 ed a 53 milioni di viaggiatori nel 1995.

La presenza del VAL ha cambiato profondamente le abitudini degli utenti della rete pubblica soprattutto relativamente al tasso di corrispondenza; infatti, mentre nel novembre 1982, 14 spostamenti su 100 erano realizzati utilizzando almeno due linee di trasporto, nel novembre 1988 il suddetto parametro si era elevato a 30 spostamenti su 100.

Nel complesso, la rete dei trasporti pubblici di Lille ha registrato tra il 1982 ed il 1994 un aumento dei viaggiatori del 124%, passando da 47,3 a 106 milioni di viaggiatori/anno; come si nota dalle tabelle 2 e 3 ciò è stato possibile quasi esclusivamente grazie alla rete VAL, dato che, limitatamente ai sistemi di superficie (tram, bus), l'incremento nello stesso periodo è stato soltanto dell'11%.

Attualmente la metropolitana di Lille, grazie alla qualità del suo servizio, che contempla 20 ore giornaliere, dalle 5 del mattino a poco prima dell'una di notte, conosce una buona frequentazione durante tutta la giornata.

Una indagine in tal senso ha posto in evi-

denza che:

- tra le 7,30 e le 19,00 la frequenza nelle ore di morbida resta generalmente superiore al 50% di quella delle ore di punta.

- la velocità commerciale elevata favorisce agli utenti il rientro a mezzogiorno: il traffico della rete VAL registra una punta tra le 12,00 e le 14,00, fatto che non si verifica per le reti del tram o dei bus.

Inoltre, l'utilizzazione del metrò è più regolare di quella della rete di bus; nel 1987 durante la settimana e durante l'anno, si è osservato quanto segue:

- il traffico del metrò, il sabato e la domenica, rappresentava mediamente l'85% del traffico del giorno feriali, contro il 78% della rete dei bus;

- il traffico annuo del metrò era uguale a 292 volte il traffico medio del giorno lavorativo, contro le 280 volte della rete di bus.

Per quanto riguarda l'interscambio con gli altri mezzi di trasporto pubblico, si è osservato che due viaggiatori su tre accedono a piedi alle stazioni, uno su quattro in bus o in tramway, uno su venti in treno: in totale, quasi un viaggiatore su due del VAL trova corrispondenza con un altro trasporto collettivo.

L'accesso in automobile resta poco frequente, anche se è presente in modo non trascurabile in alcune stazioni.

Dall'analisi degli spostamenti effettuati su tutta l'area, si conclude che il VAL ha indotto verso il trasporto pubblico, sulle tratte servite, un aumento di traffico determinato per il 27% dalla crescita di mobilità (13.000 spostamenti giornalieri) e per il 73% dal trasferimento modale (34.400 spostamenti, di cui circa 23.000 provenienti dall'automobile).

Passando ai bilanci economici, va subito rimarcato come l'evoluzione di costi e ricavi dal 1983 al 1995 mostra che l'esercizio della rete VAL di Lille nel 1988 è pervenuto quasi al pareggio di bilancio; inoltre si è registrato un attivo netto nel 1989, quando i costi totali di esercizio e manutenzione sono ammontati a circa 29 miliardi di Lire (1,2

Tab. 3 - Ripartizione modale dell'intera rete dei trasporti pubblici di Lille nel 1994

	Percorrenza (migliaia di Km)	Percentuale di traffico
Bus	13.596	37%
VAL	6.007	50%
Linee suburbane	2416	3%
Tram	1.192	10%

miliardi/km), mentre gli introiti tariffari hanno raggiunto i 33 miliardi di Lire con un tasso di copertura del 113% (tab. 4). Il costo unitario riferito al servizio prodotto è risultato di 5.300 £/km per convoglio di due vetture. Da notare che la manutenzione delle stazioni rappresenta quasi 1/4 dei costi totali di gestione.

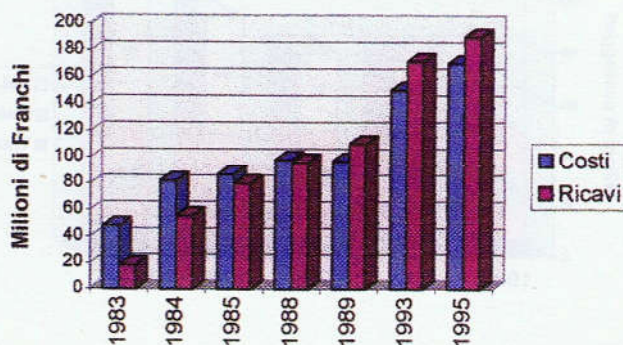
Il bilancio dell'intera rete dei trasporti pubblici urbani presentava (sempre nel 1989) introiti complessivi per oltre 70 miliardi di lire a fronte di spese per circa 99 miliardi di lire con tasso di copertura del 71%, rispetto al 47% circa del 1982.

I costi di costruzione della linea 1, in cui risultano determinanti le diverse tipologie costruttive e la presenza di un gran numero di stazioni, peraltro rifinite con cura, sono ammontati a circa 735 miliardi di lire, vale a dire 55 miliardi di lire al chilometro (prezzi 1989); a questi vanno aggiunti gli 11 miliardi al chilometro necessari per il materiale rotabile e i sofisticati impianti di automazione. Per il prolungamento della linea 2 fino a Tourcoing i costi di costruzione in valuta 1994, comprensivi di automazione e materiale rotabile, sono stati stimati in 50/60 miliardi di lire al chilometro per i tratti in via-dotto e in 100/120 miliardi al chilometro per

Ciò permette che, nella rete VAL, su un totale di 255 addetti (compresi gli amministrativi), solo 111 siano destinati al controllo della regolarità di marcia ed ai servizi di linea, mentre gli altri 144 si occupano esclusivamente della manutenzione.

La produttività del personale, di conseguenza, considerando i 5,6 milioni di km/anno ed i 50 milioni di viaggiatori trasportati/anno, risulta di 200.000 passegge-

2. Costi e ricavi rete VAL 1983-1995



Tab.5 :Bilancio dei costi di esercizio nel sistema VAL

Manutenzione e ricambi	36 %
Amministrazione ed assicurazione	11 %
Energia	12 %
Personale	41 %

Tab.4 - Bilancio di esercizio rete VAL 1983-1995

Anno	Costi	Ricavi	Tasso di copertura
1983	48	18	38%
1984	82	55	67%
1985	87	80	92%
1988	97,7	96	98%
1989	97	110	113%
1993	150	171,4	114%
1995	170	190	112%

i tratti in galleria.

Come si può rilevare dalla tabella 5, i costi per la manutenzione ed i ricambi, trattandosi di sistema ad automazione integrale, risultano una parte rilevante (36%) di quelli di esercizio, mentre quelli per il personale si attestano al 41%.

Questi ultimi, che sono destinati a diminuire per le prospettive di economia di scala, sono in percentuale minori non solo di quelli delle reti di trasporto in sede propria tradizionali (tale percentuale dei costi di esercizio è pari al 65% nel caso delle metropolitane di Washington e Parigi), ma anche di quelli riscontrabili nelle metropolitane leggere di tipo LRT (basti pensare al 57% della rete di Hannover o al 70% di quella di Calgary).

ri/anno per addetto (contro, ad esempio, i 97.000 passeggeri/anno per addetto di Hannover). Nella tabella 6 è interessante notare che i costi per l'automazione raggiungono la stessa percentuale (33%) delle opere civili primarie.

In conclusione, l'indagine condotta presso la società Transpole che gestisce tutto il complesso dei servizi pubblici della Comunità di Lille ci ha permesso di evidenziare come la scelta del completamento della rete con una metropolitana completamente automatica abbia consentito di raggiungere nella vasta area interessata un razionale equilibrio nella movimentazione. I risultati sono ampiamente dimostrati da approfondite indagini sia sulle scelte dell'utenza sia sulle condizioni economiche riscontrate.

Il problema, come è logico, non può essere generalizzato, ma deve farci riflettere sulle possibilità offerte dal sistema metropolitano completamente automatico per soluzioni che possono ritenersi analoghe.

GIOVANNI TESORIERE

Professore associato Facoltà di Ingegneria Università di Palermo

ROBERTO DI MARIA

Dottorando in Ingegneria delle Infrastrutture Viarie presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Palermo.

Si ringraziano sentitamente la CUDL e la Transfima S.p.a. nella persona dell'Ing. Roberto Ceresoli per averci permesso di condurre l'indagine fornendoci molte notizie e materiale interessante sullo sviluppo del traffico nelle reti di trasporto VAL e di superficie.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Quatre millions de déplacements quotidiens*, Documentazione a cura dell'Agence de Développement et d'Urbanisme de la Métropole Lilloise, 1992.
- AA.VV., *Métropole lilloise: VAL 1983 - 1993, le regain du service public*, Documentazione a cura di Matra Transport, 1993.
- AA.VV., *Métro ligne 2/3km en plus*, in "Lignes info", CUDL, 1995.
- G. BESSAY, *Transports: comment éviter l'asphyxie des villes*, in "Transports", n. 349, ottobre-novembre 1991.
- R. CERESOLI, *Pubblico e privato a Lille*, in "Kineo", n. 7, 1995.
- CETUR, *Communauté urbaine de Lille, 1983-1988: six ans de métro dans la communauté urbaine de Lille*, Documentazione illustrativa.
- CETUR, *Communauté urbaine de Lille, 1983-1988: six ans de métro dans la communauté urbaine de Lille*, Documentazione illustrativa.
- M. IGNACCOLO, *Differenti approcci nella realizzazione di sistemi di trasporto di massa a capacità intermedia*, in "Ingegneria Ferroviaria", giugno 1991.
- B. JAFORTE, *Le metropolitane nei centri di media e piccola dimensione*, in "CEREST notizie", n. 1, 1988.
- C. LECLERCQ, *Lille dà il buon esempio*, in "Tuttotrasporti", giugno 1991.
- V.R. VUCHIC, *Tecnologia dei trasporti urbani di massa*, in "Ingegneria Ferroviaria", n. 11, 1986.

Tab. 6 - Bilancio dei costi di costruzione per una linea VAL

Opere civili primarie	33 %
Opere civili di completamento ed accessorie	16 %
Automatismi e materiale rotabile	33 %
Espropriazioni, assicurazioni e supervisione	9 %
Varie	9 %