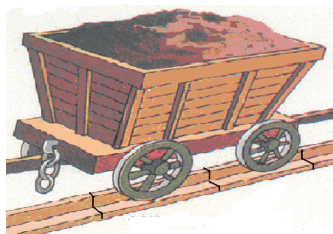


Il 5° Convegno Nazionale Sistema Tram

(A cura del Dott. Ing. MASSIMO MONTEBELLO)

Il 2013, da poco iniziato, ha già visto effettuarsi la V edizione del Convegno Nazionale Sistema Tram, svoltosi nelle giornate del 31 gennaio e 1 febbraio nella sede storica e ormai emblematica, della Sala Emiciclo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti in via Caracciolo n. 36, a Roma. Per un convegno con cadenza biennale, il quinto appuntamento è quasi celebrativo, perché attesta che sono già trascorsi una decina di anni, da quando un gruppetto di amici ingegneri che avevano in comune il desiderio di capire cosa stesse accadendo in Italia, nel mondo del trasporto urbano su rotaie, ebbe la felice intuizione di chiedere a diverse organizzazioni cosa si stesse meditando in proposito. E chi meglio del Ministero dei Trasporti poteva assumere la giusta e ufficiale autorità per soddisfare in modo consono tali legittime curiosità? Detto fatto, in rigoroso ordine alfabetico, l'AIIT (Associazione Italiana per l'Ingegneria del Traffico e dei Trasporti), l'ASSTRA (Associazione Trasporti - che riunisce le aziende del TPL di pro-



(Fonte: Atti 1° Convegno tram/memoria DE FALCO-MONTEBELLO)

Fig. 1 - Waggon-Way su "rails" di legno.

prietà sia degli enti locali che private) e il CIFI (Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani), organizzarono con l'alto coordinamento del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, l'interessante iniziativa nel 2004 non immaginando che sarebbe stata la prima di una lunga serie positiva. La conferma, anche quest'anno con lo svolgimento della V edizione del Convegno, è venuta dal grande numero di partecipanti, in imprevista controtendenza alla attuale situazione economica. Forse iniziare nel 2004 ed i cognomi CARBONE e MONTEBELLO, tra gli organizzatori - cfr. appresso (!) - dovevano essere proprio ben augurali ricorrendo in quell'anno il:

- 4° centenario celebrativo dal 1604, quando il 1° ottobre il signor HUNTINGDON... BEAUMONT (!) imprenditore di Miniere di... Carbone (!) aveva pensato ad una "Rail-Way" di legno (fig. 1) - prima pista binaria con documenti scritti di lunghezza 2 miglia - nei pressi di Strelley UK, nel Nord-Ovest di Nottingham, per il movimento dei carri da cui il nome "Waggon-Way".
- 2° centenario della "Tram-Engine" (fig. 2), la locomotiva di Trevithick, che il 14 febbraio 1804 percorse una decina di

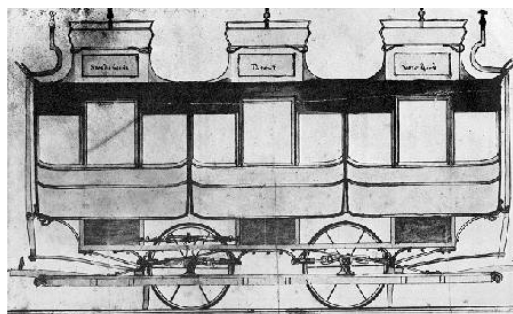
miglia dalle fucine di Penryn ad Abercynon, nel Galles, trainando cinque vagoni con un carico di dieci tonnellate di ferro e settanta passeggeri nel tempo record di quattro ore e dieci minuti, malgrado la fragile struttura delle rotaie e, precisò, TREVITHICK: "si dovette abbattere qualche albero e spostare qualche masso".



(Fonte: A British 2004 nickel-brass Two Pound coin (QE II) (commemorating R Trevithick))

Fig. 2 - Medaglia celebrativa Trevithick - 1804.

Queste citazioni aiutano ad evidenziare come ad es. dalla crisi tra "Tram-Engine" e "Waggon/Rail-Way" si possa determinare la concezione archetipica della "Tram-Way" che nelle nostre finalità, più Urbane e di TPL, assume la sua valenza di Sistema di Trasporto collettivo di persone a guida vincolata grazie a John STEPHENSON, un irlandese, che realizzò nel 1825 a New York un veicolo per passeggeri detto *Streetcar* (fig. 3). Questo era ippotrainato e andava

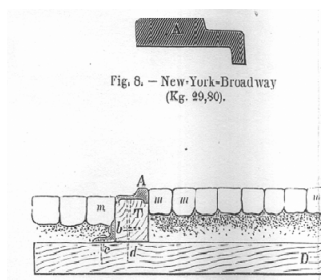


(Fonte: Atti 1° convegno tram /memoria de FALCO-MONTEBELLO)

Fig. 3 - Tram urbano Streetcar di John STEPHENSON.

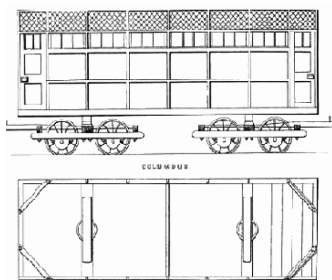
lungo appositi assi poggiati ed incastrati alla superficie stradale urbana (fig. 4). Finalmente una ventina d'anni dopo, con Alphonse LOUBAT - Parigi 1852 - che aveva lavorato da John STEPHENSON, si ebbe la migliore integrazione del solco delle rotaie a gola in continuità del piano stradale, permettendo l'ottimo inserimento anche delle ruote con bordino, senza ostacolo alla circolazione contemporanea di altro tipo di veicoli.

In sintesi: il solco binario generato dal rotolamento dei carri sulle piste con fondo disomogeneo e sconnesso, poteva riconquistare la auspicabile e necessaria facilità all'avanzamento, se le ruote si facevano scorrere, in maniera continua, su appositi elementi piatti in origine lignei. Adattati poi questi con un risalto ad L sulla parte interna, si riusciva a vincolare la traiettoria delle ruote su una superficie regolare anche in cur-



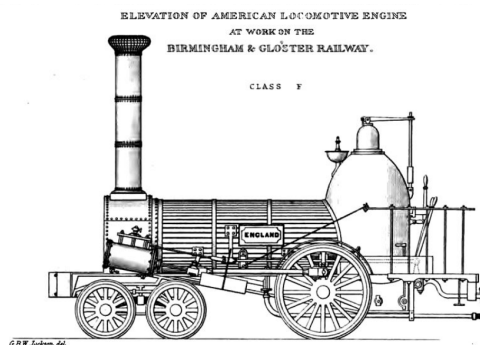
(Fonte: Atti 1° convegno tram /memoria de FALCO-MONTEBELLO)

Fig. 4 - Prime Rails urbane.



(Fonte: John H WHITE Jr The American Railroad Passenger car - Google libri url)

Fig. 5 - Veicolo di ROSS WINANS.



(Fonte: en.wikipedia.org/.../File:England_Loco_Birmingham)

Fig. 6 - J.B. JEWIS - Locomotiva 4-2-0 del 1832.

va. Il vincolo della guida permetteva allora la cosiddetta "Gang-Way", ovvero la composizione di "gruppi organizzati" di veicoli agganciati, con evidenti risparmi in: forza di trazione, riduzione del diametro delle ruote (parametro poco evidente nelle formule ma fondamentale per i volumi e i carichi utili da trasportare senza incappare nel rischio di svio) e del personale di guida. Tutti i vantaggi in efficienza ed efficacia conseguenti al riporre, poi, il profilo a L sulle ruote (bordino), e non sulle rotaie, furono colti da George STEPHENSON coi brevetti delle rotaie in "Wrought Iron" di John BIRKINSHAW. Il vincolo della guida dalla rotaia alla ruota, permetteva rotaie più resistenti perché con migliore momento di inerzia, dunque aumenti delle potenze (e dei carichi), non ultimo funzionava bene pure il cambio di direzione veloce, appunto senza svio sui deviatori. La ferro/tram-via si confermò insuperabile quando si allungarono i rotabili col carrello pivotante (leading wheels) di John B. JERVIS (fig. 6) che riprese per le sue locomotive, nel 1832, quanto proponeva dal 1830 ROSS WINANS con la sua carrozza passeggeri brevettata come "Columbus" (fig. 5), riprendendo la geniale intuizione di William CHAPMAN, un collaboratore di TREVITHICK, che nel 1812 aveva già concepito lo "swivelling truck" cosiddetto "bogie" per fornire irrinunciabili gradi di libertà tra la cassa del veicolo e il sistema di soste-

gno e guida delle ruote.

Tornando al nostro convegno altrettanto di buon auspicio furono, nel 2004, le Schede Questionario agli esercenti, per conoscere la consistenza e le ipotesi di sviluppo degli impianti tranviari in Italia, nonché le conclusioni su quelle schede dell'ing. Elena MOLINARO del Ministe-

ro (allora TIF 5) che insieme alla ing. Daniela CARBONE (ASSTRA) costituivano le "quote rosa" del "gruppo fondatore". Questo era poi composto dagli ingegneri Traiano FILIPPI e Dario CALLINI (ex ATAC), gli attuali Vicepresidenti AIIT Giovanni MANTOVANI e CIFI Giovannino CAPRIO e lo scrivente Massimo MONTEBELLO, allora consigliere AIIT Lazio. A questi si è aggiunta quasi subito l'ing. Nadia AMTRANO (ASSTRA) e più di recente, quando ha lasciato l'ATAC, l'ing. Renzo EMILI che fu relatore già dal I convegno. E dopo 5 convegni, e una decina di anni ci piace riportare come attuali le conclusioni di allora, perché il Sistema Tram, ancora nel 2013, mostra, contrariamente al resto, un solido trend positivo:

- Il "mondo tram" è in pieno sviluppo.
- Nelle città con servizio tranviario consolidato ci sono programmi di miglioramento dell'attuale servizio nonché di sviluppo dell'offerta, anche con previsioni di ampliamenti della rete.
- Dieci città si accingono ad attivare il "servizio tranviario", estendendo l'impiego di questo sistema di trasporto, prima limitato a poche città di dimensioni maggiori.
- Maggiore attenzione è rivolta alle esigenze dell'utenza, adottando vetture più confortevoli, ad esempio con l'uso dell'incarrozzamento a raso e del condizionamento del va-

no passeggeri; anche le fermate sono più confortevoli e le informazioni più esaurienti attraverso le tabelle a messaggio variabile.

- La “vivacità” nel settore è dimostrata dalla volontà di testare soluzioni tecnologiche innovative, ad oggi previste in tre città.

La differenza con oggi non è certo nella “vivacità” delle più moderne tecnologie presente nel 2004 per il profilarsi del Tram su gomma in 3 città. Nel V convegno 2013 si è vista addirittura, nel caso di Catania, la proposta di una Monorotaia o meglio, in tema Tram, un “sistema mono-trave” e non si sono trascurati i Sistemi a Fune e neanche i puntuali espedienti per “seppellire” o “eliminare” il cavo aereo. Questa è vecchia questione da sempre sostenuta più da instancabili e saccenti critici – cfr. a suo tempo l’abolizione dei filobus per inquinamento visivo ambientale da filo aereo – che non dai veri esperti, lungimiranti ai rendimenti energetici e alla efficienza (del Sistema di Trasporto), proprio per il bene dell’ambiente. E lungimirante, nel settore Innovazione, si deve segnalare invece la flessione del tema “vincoli di guida immateriali” che nel 4° convegno erano stati presentati irrinunciabili per i clamorosi eccessi (?) benefici. Rispetto al 2004 andrebbe dunque attualizzato solo il terzo punto che da... *dieci città si accingono ad attivare il “servizio tranviario”* dovrebbe rieditarsi nel 2013 in... *oltre dieci e più città vorrebbero poter finanziare il “servizio tranviario...!”*.

Insomma la vera differenza, confermata anche dall’amplessima discussione sulla auspicabile necessità di ibridare in un solo veicolo il concetto di Metro-Tram-Treno, è la ormai conclamata mancanza dei fondi per iniziare e/o portare a compimento le opere pianificate come “Sistema Tram”, in tantissime città, qualcuna di queste citata, già, nel 2004. Problema che si consolida, convegno dopo convegno, causa la impossibilità in Italia di mantenere o confermare costi e tempi di costruzione. Non certo quest’ultimi per problemi dell’indu-

stria, quanto per quelli di interfaccia delle infrastrutture civili con le mutevoli pseudo maniacali sensibilità nei dettagli degli assetti urbanistico – ambientali e/o archeologici nel caso di opere sotterranee, con pause di riflessione, ripensamenti e inevitabili seguenti revisione costi. Problema cui vorremmo aggiungere anche quello della impossibilità, a lavori iniziati, di apportare, se del caso, vere importanti varianti (anche se migliorative in diminuzione dei costi) perché la teoria vuole che sia finanziato quanto indicato dal progetto definitivo, sebbene la pratica dimostri il contrario e, ultimamente, la Corte dei Conti pure.

Per tali motivi, l’oggetto specifico del 5° Convegno aveva per riferimento “Ingegneria ed Economia di Sistema nel TPL a via guidata “ed in particolare una delle aree tematiche cercava di sollecitare l’approfondimento dei possibili nuovi “Modi di finanziamento e di realizzazione” nel tentativo di focalizzare i nuovi sistemi organizzativi, cosiddetti PPP (Public Private Partnership), che si trovano numerosi in giro per il mondo; che noi italiani, come spesso capita quando decidiamo di fare le cose bene, avevamo già pensato ed anticipato ai tempi IRI e Partecipazioni. Statali (cfr. la ns. istituzione della “concessione di costruzione e gestione”) e poi riperso sotto il turbine neo-normativo europeo.

“Le difficoltà economiche del momento - così citava la lettera di invito alla presentazione delle memorie - impongono una riflessione sulla efficace praticabilità dei tradizionali metodi di affidamento e realizzazione dei lavori e ad approfondire le problematiche di diverse metodologie, quali ad es. il Project Financing. In tale area potranno, inoltre, essere esaminate le tematiche relative alle difficoltà nel mantenimento dei tempi di costruzione e dei costi delle infrastrutture civili. (Disponibilità e reperimento delle fonti finanziarie; appalti, concessioni, General Contractor e Project Financing: esperienze e specificità nelle opere di T.P.L.; ecc.)”. In merito alle

“Problematiche di esercizio e ciclo di vita”, per le memorie, si suggeriva poi: “Il tempo trascorso dalla immisione in esercizio di rotabili ferrotranviari notevolmente innovativi sotto l’aspetto strutturale e tecnologico consente, ora, una riflessione sulle esperienze maturate ed offre spunti per apportare miglioramenti. (Ottimizzazione della disponibilità; riduzione dei costi; impatti ambientali; customer satisfaction; gestione delle anomalie; requisiti di depositi e officine; ecc.). Le difficoltà economiche del momento amplificano la necessità di tenere in debito conto le problematiche di durabilità e manutenibilità ed i conseguenti costi; del Life Cycle Cost va quindi tenuto debito conto nella scelta delle tipologie dei sistemi e dei rotabili; inoltre si devono valutare le opportunità di revamping di rotabili preesistenti. (Aspetti di durabilità delle infrastrutture, degli impianti, ...ecc.)”.

In questo tema, le esperienze acquisite in questi ultimi anni in talune componenti del Sistema Tram a volte “troppo” innovative (si pensi alla discussione critica sul piano totalmente ribassato e alla sottovalutazione concettuale del vero “bogie”) si sono rivelate in qualche caso poco entusiasmanti; evidenziando la necessità di non farsi tentare, sempre e comunque, dalle improvvisazioni tecnologiche per invece ricorrere di più alla saggezza ed alla esperienza per un più attento e consolidato “Approccio sistemico nella progettazione”. In questo campo, si deve dare atto alle nostre FS di non essersi lasciate adulare dalle sirene delle mode rivelatesi poi effimere e, in alcune soluzioni, inappropriate in sicurezza e affidabilità, imposte da vere leggi... quelle della meccanica !

Questi gli argomenti per il filo conduttore, in due giorni, di una trentina di memorie e dibattiti in merito, racchiusi nell’inquadramento generale di : “Tram e treni nelle aree metropolitane”. Nel 5° Sistema Tram, sono apparsi, apparentemente disomogenei, Sistemi di Monorotaia, Tranvie, Tram-Treni e Sistemi a fune. Questi sono tutti legati, oltre

che dall'essere a via guidata, anche dal fatto che la moderna impostazione, favorita dalla evoluzione tecnologica stia tentando di correggersi da una visione di sistemi troppo specializzati e quindi conseguentemente "chiusi" (e peraltro alla fine costosi), ad una impostazione più "aperta" che, come nel caso della evoluzione della ferro/tranvia descritta in introduzione si sforzi da sempre di rendere compatibile ciò che è esistente col futuribile e che ad es. i primi *streetcar* "senza cavalli" di San Francisco erano trainati via fune. In questo il 3° (dal sottotitolo "Tramandare") ed il 4° Convegno (dal sottotitolo "Metro-Tram-Treno" Evoluzione e Flessibilità) sono stati antesignani e precursori nel tracciare quello che dovrebbe essere oggi l'assetto organizzativo della mobilità futura. Non tanto la sommatoria di sistemi ottimizzati nel proprio essere sottosistema (dopo di che potremmo aprire discussioni infinite su larghezze o lunghezze ottimali, sul significato di pesante o leggero e/o singoli campi di applicazione, materiali o immateriali, automatici innovativi e convenzionali). Ma ritentare, come la storia degli ultimi due secoli ci ha insegnato, la visione di un sistema che debba essere pensato "ottimo" a monte (per recuperare nella città contemporanea i vari dissesti da "Sprawl" - le polverizzazioni urbanistiche - e conseguente difficile organizzazione della

Mobilità Urbana) e successivamente implementabile da componenti che perseguano l'economie di scala, l'efficienza nei rendimenti energetici e l'efficacia nei desiderata degli utenti come accadde con la riforma tranviaria in Usa del 1930. In sintesi si tratta di pensare a Sistemi Aperti, così come sono state concepite originariamente le ferro-vie, in cui fissati taluni parametri obbiettivo non si sono poste originariamente limitazioni al possibile utilizzo di nessun tipo di traffico -urbano, suburbano e nelle ore notturne pure le merci, con la sola condizione che si creassero, in sicurezza, i giusti distanziamenti e taluni opportuni ed irrinunciabili punti di snodo. In riferimento a ciò potremmo ricordare la classica differenza, un tempo assai più evidente di oggi, tra "fermate" e "stazioni". Quest'ultime i luoghi ove potere riequilibrare i vari e differenti modi di traffico in circolazione stante il comune denominatore di non sperperare risorse e comunque consentire il sorpasso per dare la precedenza in funzione della distanza di origine dello spostamento o il tipo di vettore Passeggeri (o Merci, ma queste richiedono pure altre integrazioni).

Ecco allora evidente, nel caso del trasporto d'area metropolitana su rotaia, quanto siano indispensabili gli "Snodi" - oggi si sente parlare solo di "Nodi" - in cui ridiventano cosa ordinaria

o la confluenza o la divaricazione di più linee cosa oggi vista come difficile (cfr. linee Metro a Roma).

Quello degli Snodi è un problema che in tema di Metro-Tram-Train deve essere opportunamente soppesato per avere sempre più veri ed auspicabili attraversamenti centrali (cosiddetto passante urbano tendenzialmente diametrale nel ricongiungere due stazioni di testa) in cui tutti i servizi devono e possono essere omotrichici per una distanza di qualche km (una decina come ordine di grandezza) e alcune poche fermate (max 5-6). Ed ecco allora che anche la Monorotaia non dovrebbe essere pensata come un sistema chiuso, ma come un sistema mono-trave (principalmente in viadotto figg. 7 e 8 e quando le condizioni sono possibili o lo richiedono: a raso o in sotterraneo) ove far circolare all'occorrenza differenti modi di traffico "Tram" o "Train" o "Metro".

Parimenti non si deve pensare l'innovazione tecnologica come un espediente per mettere in crisi l'esistente (specie nei dettagli) per cui togliere ad es. il cavo aereo per 500 m o inserire un tronchino di inversione costringa, a spese inimmaginabili di revisione - o sostituzione - di tutto il parco veicoli. Né è vero, come oggi sembra per un tram, più innovativo il tronchino di inversione invece del Loop.



(Fonte: Foto dell'autore - Viaggio CIFI anno 2008)

Fig. 7 - Sistema elevato di Chicago



(Fonte: Foto dell'autore - Viaggio CIFI anno 2008)

Fig. 8 - Inserimento urbano come una monorotaia.



(Fonte: en.wikipedia.org/wiki/The_Loop_(CTA))

Fig. 9 - Incredibile Snodo del Loop di Chicago.

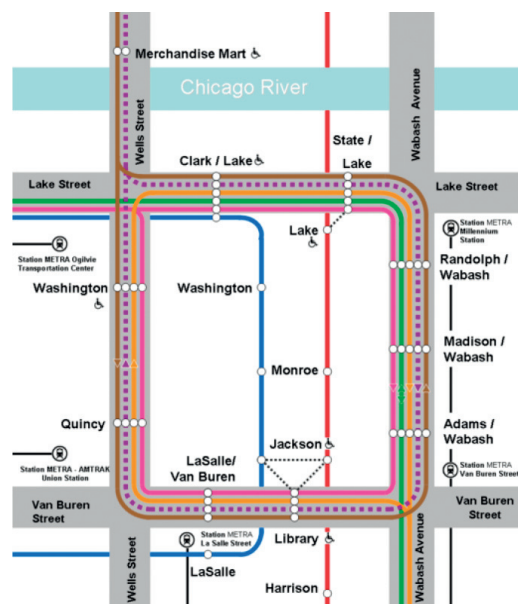
Utilissime sono quindi le esperienze e le celebrazioni di quattro secoli di storia Ferro/tranviaria ed alcune realizzazioni che oggi sembrerebbero improponibili come il Loop di Chicago (figg. 9 e 10), iniziato dal 1892 e che oggi vede la commistione di ben 5 linee senza alcun troncino d'inversione e quindi con notevole risparmio di tempi. La particolare fisionomia del Chicago Loop è dovuta alla costruzione totale della città dopo l'incendio del 1871 con un ardito Piano Regolatore a partire dal 1873 (stesso anno del primo PRG di Roma) quando si pensò di trattare il livello terreno come se fosse un piano - 1 rispetto alla metro-ferro-tranvia urbana ed alle nuove costruzioni verso il cielo come nel 1885 fece William LE BARON JENNEY con la struttura metallica di 42 m dell'Home Insurance Building demolito nel 1931 (in tempo di crisi) per costruire il Field Building di 163 m!

Si è voluto parlare di ricongiungimento di stazioni di testa o comunque di "invasione" da parte di una porzione di città generalmente "Centro Storico" perché, sempre in tema di celebrazioni e stavolta concomitante col V Convegno Sistema Tram, il 10 gennaio di 150 anni fa (1863) si inaugu-

rava pure la prima metropolitana, quella sotterranea di Londra. Ovvero il principio ispiratore opposto a quello scelto per passare nel centro storico di Chicago ed anche qui l'Epistemologia ci viene incontro. La storia dei trasporti sotterranei urbani metropolitani inizia infatti con Charles PEARSON, il primo di una schiera di visionari della città Underground. Sua nel 1845, è la concezione allitterata dei termini inglesi "Trains in Drains", tradotto in italiano "Treni nelle Fogne". Egli convinse della necessità di una ferrovia sotterranea tra le allora stazioni di testa di Paddington (terminale della Compagnia GWR) e la costruenda di Farringdon (terminale della Com-

pagnia GNR). Londra, infatti, soffriva già di congestione poiché le linee ferroviarie (in continuo aumento) non proseguivano oltre il confine della West End e della City in funzione di una decisione della Royal Commission del 1846 che stabiliva la parte centrale di Londra impenetrabile alle ferrovie. Un po' come a Roma è successo con le Ferrovie ex-Concesse Roma-Nord e Roma Lido, ambedue coi terminali "di testa" fuori le mura (Porta Flaminia e Porta San Paolo) e forse oggi i nostri nonni le ricollegerebbero magari sfruttando l'attraversamento del Centro Storico coi tunnel di "Linea C" e conseguente drastica riduzione dei costi globali di sistema.

Nel 1860 a Londra, dopo una quindicina d'anni di discussioni (tutto il mondo è paese), in solo tre anni i circa 6 km di congiunzione furono scavati e aperti al pubblico sul percorso: Stazione Terminale della GWR *Paddington, Edgware Road, Baker Street, Portland Road* (oggi *Great Portland Street*), Gower Street (attuale *Euston Square*), King's



(Fonte: en.wikipedia.org/wiki/The_Loop_(CTA))

Fig. 10 - Piano Schematico del Loop.

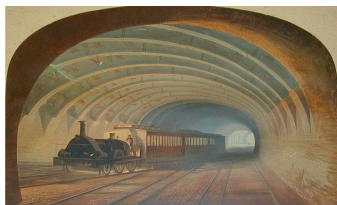


(Fonte: en.wikipedia.org/wiki/Metropolitan_Railway)

Fig.11 - Percorso della I metropolitana sotterranea.

Cross (oggi King's Cross St. Pancras) ove era il terminale della Compagnia MR) e Farringdon Street ove era pianificato il Terminal della Compagnia GNR (fig. 11).

Il metodo di scavo era quello noto come "Cut and Cover". La galleria era larga 10,2 m, con mura in mattoni che reggevano travi di acciaio di forma ellittica di 8,7 m. I lavori finirono con una spesa di 1,3 mln di ster-



(Fonte: en.wikipedia.org/wiki/Metropolitan_Railway)

Fig. 12 - Da notare travi e doppio scartamento.

Lord PALMERSTON che dichiarò che a 80 anni avrebbe voluto passare quanto più tempo possibile non sotto terra (morì due anni dopo). Il primo giorno viaggiarono 38000 cittadini, il primo anno 9,5 mln.

L'orario iniziale prevedeva il percorso in 18 minuti, la frequenza media era di 15 minuti con 10 minuti nei momenti di picco. Sempre a proposito dei temi attuali di ibridizzazione e l'importanza dei Sistemi Aperti lanciata nel nostro Convegno Sistema Tram, nel 1863 per consentire ambo gli scartamenti Standard e Broad Gauge (fig. 12) della Great Western Railways di 2140 mm le vie ferrate erano "trinarie" come in figura e la rotaia vicino alle banchine supportava i due scartamenti. In più i treni GWR trainati dalle Metropolitan Class Steam locomotives esibirono importanti innovazioni tecnologiche per recuperare fumi e vapore (che condensato rifluiva alla caldaia) af-

line; Charles PEARSON, sfortunatamente, non vide l'inaugurazione perché morì il 14 settembre 1862 qualche giorno prima di compiere 69 anni. La cosiddetta Met aprì il 10 gennaio 1863. Alla inaugurazione del giorno era assente il Primo Ministro

finché coi tiraggi vari per aspirare naturalmente l'aria delle gallerie, questa non fosse irrespirabile.

"Noi tecnici dovremmo, intanto, impegnarci per far "girare le ruote" di tutte le vetture in dotazione alle Aziende...", così concludeva il nostro ing. FILIPPI nella prima tavola rotonda del convegno 2004. Oggi 2013 lanciamo una nuova riflessione giunta al convegno dalla Liguria. Un sedime FS in dismissione: *Geometrizzato* nelle curve e pendenze; senza invasione al momento né di *Pubblici Servizi* né tantomeno di *Superfetazioni antropiche* che ne degradino la percorribilità; di *larghezza 7 m* e che al momento dispone pure di *SS.EE (Sottostazioni Elettriche)* è possibile possa essere pensato solo ad un riuso come Pista Ciclabile. In tempi di crisi non si possono perdere i cosiddetti Valore di Semina: su quei tracciati un nuovo impianto di trasporto a via guidata avrebbe, alla luce delle esperienze dette, già più della *metà del finanziamento e 3/4 del tempo di realizzazione fatti*. Politici e Imprenditori proviamo, insieme ai tecnici a far "girare le ruote" di tutta l'Azienda Italia !?

Concludiamo queste note di approfondimento sul Sistema Tram ricordando a chi fosse interessato che, su richiesta, è possibile acquistare i CD con gli atti dei 5 convegni. e auspichiamo anche che Ingegneria Ferroviaria possa rieditare qualche articolo in essi contenuti... ce ne sono di interessanti!

Tutte le figure, escluse le figg. 7 e 8, senza apparenti vincoli di utilizzo divulgativo, sono state tratte dall'Autore dalle fonti citate.

BIBLIOGRAFIA

- A.H. WICHENS, "Fundamental of rail vehicle dynamics – Guidance and Stability - 6 The Boogie Vehicle", Swets & Zeitlinger Publishers.
- A.J. BIANCULLI, "Train and Technology the American Railroad in the Nineteenth Century", vol. 2 Cars.
- John H. WHITE Jr, "The American Railroad Passenger car", Google Libri url.
- 1° e 5° Convegno Nazionale Sistema Tram, - *Atti del Convegno*, edizioni anno 2004 e 2013.
- <http://www.wikipedia.org/>