

Analisi delle prestazioni energetica e ambientale di *TRENITALIA*

Dott. Ing. Roberto RICAGNO^(*)

Introduzione

TRENITALIA ha realizzato un documento, intitolato "Rapporto Ambientale 2005", che affronta ed analizza le principali problematiche energetiche relative alle proprie attività. In queste pagine si riporta una sintesi di tale documento, ponendo l'attenzione sui consumi energetici e sulle emissioni di inquinanti di *TRENITALIA*, cercando anche di approfondire alcuni dati che risultano di non immediata comprensione.

Da qualche tempo si parla infatti, sempre più insistentemente, della cosiddetta "questione energetica": secondo molte ed autorevoli fonti, il petrolio sarà esaurito prima della fine di questo secolo oppure ne rimarrà una quota non utilizzata perché non economicamente sfruttabile; considerato che gran parte dell'energia consumata, almeno dai Paesi industrializzati, è di provenienza fossile, farne un uso il più possibile corretto sta diventando una priorità sempre più sentita.

Il settore dei trasporti è per sua natura assai gravoso in termini di consumo energetico ovvero energivoro: tra tutti i modi di trasporto, la ferrovia meglio si presta a limitare i consumi energetici, grazie anche alla possibilità di trasportare passeggeri e merci in grandi numeri o quantità. È tuttavia lecito pensare che, con ap-

propriati interventi tecnologici e scelte politiche mirate, il rendimento energetico ferroviario possa essere ulteriormente migliorato.

Un breve paragrafo conclusivo è dedicato alle proposte ed alle iniziative della stessa *TRENITALIA* per migliorare il proprio rendimento energetico.

Analisi del prodotto di *TRENITALIA*

Per comprendere al meglio i dati energetici del servizio offerto da *TRENITALIA* è opportuno richiamare alcune informazioni sulle quantità di passeggeri e di merci trasportate nel periodo tra il 2000 e il 2004.

Dalla fig. 1 si evince che il numero

dei passeggeri trasportati è in continuo aumento; in particolare l'incremento percentuale nel periodo 2000-2004 risulta del 5.47%. Il trasporto delle merci, invece, non ha ottenuto buoni risultati: nello stesso periodo si annota un deciso calo (-7.40%), mitigato solo in parte dall'incremento dell'1.32%, registrato tra il 2003 e il 2004.

Altri dati significativi [1] sono:

- l'aumento (1.03%) dei treni-km nel periodo 2000-2004, con un picco del 3.35% tra il 2003 e il 2004;
- il *fattore di carico* dei treni passeggeri a media e lunga percorrenza è superiore al 50%, mentre il valore dell'intera flotta Eurostar si attesta al 54.8% e quello dei treni *economici* al 66%;
- le unità di traffico trasportate sono passate da 72667 milioni (2000) a 69042 milioni (2004); la tendenza sembra tuttavia invertita, dato che nel 2003 il valore si era attestato poco sotto i 68000 milioni. Si ricorda che l'unità di traffico è definibile come l'unità di misura del prodotto di un'azienda di trasporto ed è calcolata come la somma dei passeggeri-km (pkm) e delle tonnellate-km (tkm); nel 2003 i pkm sono stati 45222 milioni (66.82%) mentre le tkm 22457 milioni (33.18%) [2].

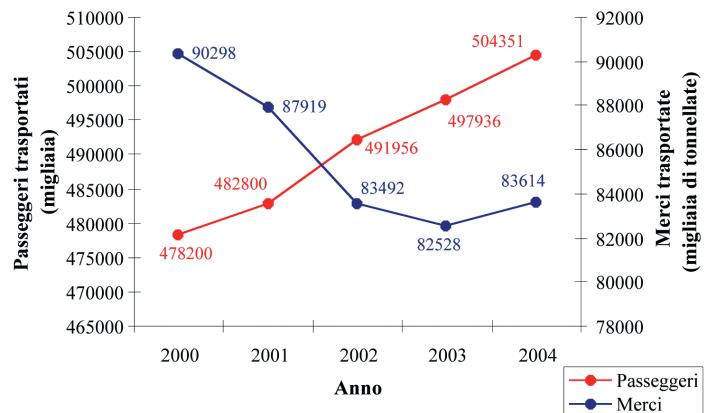


Fig. 1 - Il servizio di *TRENITALIA* nel periodo 2000-2004 [1].

^(*) Collaboratore esterno Politecnico di Torino, Dip. DITIC-Trasporti.

Analisi energetica

Da qualche anno a questa parte il tema dell'energia è diventato sempre più importante nella nostra società: da un lato è forte il timore che le risorse di petrolio e gas naturale vengano meno alla fine di questo secolo e dall'altro ci sono Paesi - Cina ed India su tutti - che stanno vivendo un periodo di grande sviluppo e che vedranno crescere sensibilmente, con ogni probabilità, il loro fabbisogno energetico. Per questi motivi, oltre alla crescente preoccupazione per il continuo aumentare dell'inquinamento atmosferico, i governi degli stati più importanti si stanno muovendo alla ricerca di soluzioni innovative che consentano di risparmiare energia e di dirottare i consumi su fonti rinnovabili (ad esempio fotovoltaico) o più pulite: idrogeno da rinnovabili ed energia nucleare, se si riuscirà a limitare il problema dello stoccaggio delle scorie, con gli impianti di quarta generazione.

Il settore dei trasporti è, come detto, molto esigente in termini di energia e provoca indicativamente anche il 25% delle emissioni di CO₂ in ambiente: in Italia, per esempio, ha consumato da solo il 32% del fabbisogno energetico nazionale del 2001 [3]. Per questo motivo è uno dei settori nei quali il risparmio energetico è da rincorrersi con urgenza; all'interno del settore, il consumo di energia è strettamente legato al modo di trasporto usato. Nel Rapporto Ambientale viene evidenziato come, secondo il software informatico EcotansIT, realizzato dalle principali imprese ferroviarie europee (*TRENITALIA* inclusa), il treno presenta un comportamento energetico migliore di aerei e veicoli su gomma nel trasporto delle merci, a parità di distanza.

Un impiego maggiore della ferrovia, purché logisticamente efficace, a scapito del trasporto su gomma, potrebbe quindi garantire alla collettività alcuni vantaggi, come minori consumi energetici complessivi e il decongestionamento, seppur parziale, delle strade.

La ferrovia ha quindi un compito importante e potrebbe giocare un ruolo fondamentale nella conquista di un futuro energeticamente sostenibile. Per questo, le maggiori compagnie ferroviarie europee hanno stipulato nel 1998 un accordo, noto come "Dichiarazione di Oslo", con il quale si impegnano, tra l'altro, a migliorare la propria efficienza energetica, a ridurre le emissioni di CO₂ e di inquinanti nocivi derivanti dall'esercizio dei treni a trazione diesel, a ridurre le vibrazioni e l'inquinamento acustico, ad utilizzare il più possibile materiali riciclabili ed a promuovere l'adozione del principio "chi inquina paga" all'interno del sistema dei trasporti.

A seguito di questo accordo, *TRENITALIA* ha definito la propria politica aziendale e ha successivamente presentato al pubblico un suo "Codice di Comportamento Ambientale".

Prima di analizzarne i consumi energetici è utile considerarne la politica ambientale, con la quale sono stati posti alcuni obiettivi significativi [1]; tra gli altri si segnalano:

- la promozione dell'uso del treno, a scapito del trasporto su gomma;
- l'impegno nella realizzazione di uno sviluppo sostenibile anche a lungo termine;
- la realizzazione di cambiamenti favorevoli all'ambiente mediante l'impiego delle migliori tecnologie disponibili a costi accessibili;
- la tutela dell'ambiente considerando la politica ambientale come un fattore di competitività nell'analisi costi/benefici.

Per il raggiungimento di questi obiettivi è stata istituita, nell'ambito della Direzione Ingegneria, Sicurezza e Qualità di Sistema, una struttura dedicata specificatamente

allo studio del comportamento energetico dell'azienda e al suo miglioramento. Tale struttura, "Ambiente ed Energia", è caratterizzata da una serie di referenti locali e da una dirigenza centrale.

L'analisi energetica presentata in queste note si rivolge alle due tipologie di consumi prodotti dalle società che eserciscono l'attività ferroviaria: si utilizzano infatti, da un lato, energia elettrica e combustibili - gasolio in massima parte - per l'esercizio dei rotabili viaggiatori e merci; dall'altro si impiegano energia elettrica e combustibili - soprattutto metano - per garantire il regolare svolgimento delle operazioni tecniche nei siti produttivi.

Risulta necessaria un'ultima precisazione: nello studio di *TRENITALIA* non viene specificato come siano state calcolate le quote di consumo a carico dei treni passeggeri e di quelli merci; tuttavia è logico attendersi che, dato l'orario grafico e nota l'attribuzione dei locomotori ai rotabili e alle tracce, sia possibile conteggiare i consumi assoluti dell'una e dell'altra divisione.

Analizzando il consumo energetico per la trazione, vale la pena innanzitutto distinguere le quote di competenza del trasporto passeggeri e di quello merci: come mostra la tabella 1, le quote consumate dalla divisione passeggeri sono dominanti e cresciute negli ultimi anni; ciò riflette il già segnalato aumento di tale tipologia di trasporto.

TABELLA 1
CONSUMI ENERGETICI PER LA TRAZIONE [1]

Anno	Energia totale [ktep]	Quota consumata da treni passeggeri [%]
1996	1203.2	74.43
1997	1173.2	74.06
1998	1151.7	74.51
1999	1107.9	75.57
2000	1094	81.23
2001	1082.3	79.77
2002	1064.3	79.66
2003	1070.8	80.73
2004	1107.2	80.25

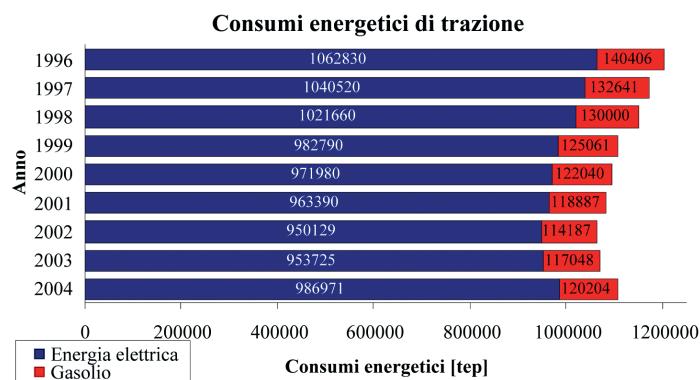


Fig. 2 - I consumi energetici di *TRENITALIA* negli ultimi anni [1].

Più interessante è invece la valutazione del consumo di "combustibile" per scopi di trazione: per l'esercizio dei rotabili, *TRENITALIA* impiega energia elettrica e gasolio. Il Rapporto Ambiente si limita a riportare i numeri di cui in tabella 1, senza ulteriori spiegazioni; se da un lato è intuitibile interpretare il conteggio del consumo di gasolio come un monitoraggio del combustibile utilizzato, dall'altro è meno immediato quantificare i consumi di elettricità, tant'è che solo negli ultimi tempi si stanno applicando i primi prototipici sistemi in grado di registrare i consumi di elettricità da trazione. Tuttavia, ad oggi, il consumo reale di energia elettrica non è misurato [4]. Questo implica che il conteggio del consumo elettrico sia il risultato di approssimazioni e di imperfezioni; esso deriva principalmente dai rilevamenti dei picchi di potenza assorbiti dalle sottostazioni, che forniscono dati con un livello di incertezza significativo.

La fig. 2 mostra la ripartizione dei consumi tra gasolio ed energia elettrica negli anni considerati. Dal 1996 al 2004 la riduzione nel consumo energetico assoluto è stata di -7.98%, la riduzione del consumo di elettricità è quantificabile in -7.14% mentre quella del gasolio in -14.39%. Tuttavia, nel 2004, i consumi complessivi sono stati maggiori del 4.03% rispetto al 2002.

È interessante valutare la suddivisione di queste due fonti energetiche per la trazione di convogli passeggeri e treni merci: la fig. 3 evidenzia come il consumo di energia elettrica per il funzionamento dei treni passeggeri sia stabile intorno al 76% dell'energia elettrica totale, mentre il consumo del gasolio, partito dalle stesse quote, sia oggi prossimo al 96% del gasolio consumato per trazione. Ciò significa che, a partire dal 2001, la maggioranza dei treni merci è stata dotata di locomotive elettriche, in grado di offrire maggiori prestazioni, garantendo anche un minore inquinamento diretto sul territorio.

Per approfondire il discorso legato ai consumi energetici per la trazione è necessario considerare i consumi energetici specifici delle due attività. Il consumo energetico specifico è definito come *l'energia necessaria a trasportare un passeggero o una tonnellata di merce per un km*; esso si misura in *gep/pkm* (grammi di petrolio equivalente per passeggero al chilometro) ed in *gep/tkm* (grammi di petrolio equivalente per tonnellata al chilometro) rispettivamente per il trasporto passeggeri e per quello merci. Il calcolo del consumo specifico, ad esempio per il servizio merci, è dato dal rapporto tra il totale dell'energia consumata per la trazione dei convogli merci e il valore delle merci (in tonnellate) trasportate al chilometro: noti quindi i [tep] consumati dai treni merci e le tkm prodotte, il calcolo sarebbe facilmente ottenibile. Lo stesso discorso, con i rispettivi dati, vale per il servizio viaggiatori.

Dalla fig. 4 si nota che i consumi specifici dei treni merci sono stati abbattuti nel periodo considerato (-28.47%): questo dimostra che l'efficienza del trasporto ferroviario è aumentata molto negli ultimi anni ed è quindi ulteriormente aumentato il margine della ferrovia, in termini di comportamento energetico, rispetto agli altri modi di trasporto.

Lo stesso discorso non vale appieno per il trasporto di persone: i con-

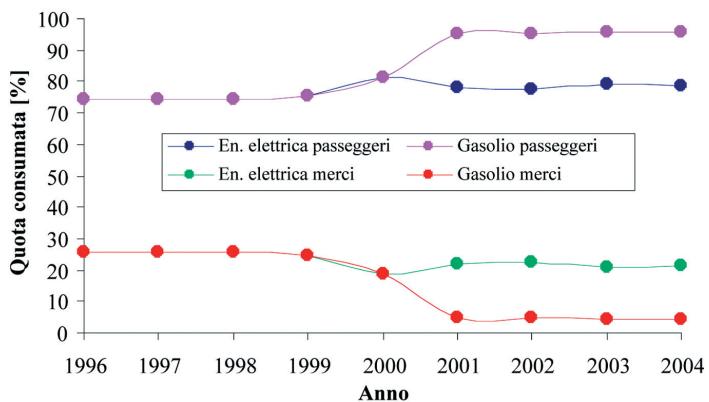


Fig. 3 - Ripartizione percentuale dei consumi per tipologia di trazione [1].

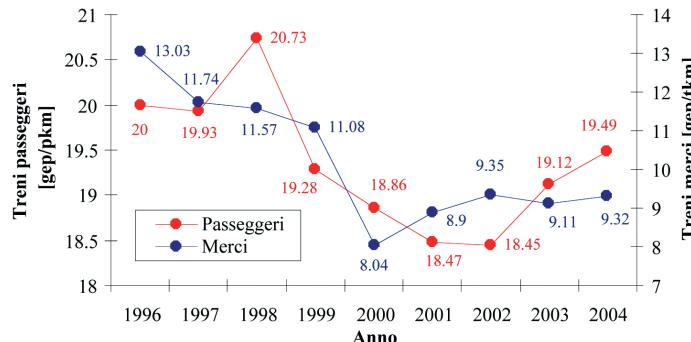


Fig. 4 - I consumi energetici specifici di TRENITALIA [1].

sumi specifici della divisione passeggeri, dopo aver avuto il picco massimo nel 1998, sono scesi in maniera abbastanza significativa per poi risalire nel 2003 e nel 2004. Comunque, nel periodo 1996-2004, si apprezza un decremento pari a -2,55% dei consumi energetici specifici, evidenziato da TRENITALIA con l'impiego di nuovi e più efficienti rotabili. Tuttavia, la tendenza emersa negli ultimi anni non è positiva e non rispecchia gli intenti dell'azienda: se da un lato è corretto che aumentino i consumi assoluti in virtù dell'aumento del servizio effettuato, dall'altro non si dovrebbe evidenziare l'aumento dei consumi specifici.

Tale aumento potrebbe però essere giustificato con il variare annuo del numero dei pkm: infatti, a parità di km percorsi dai rotabili, diminuendo il numero dei passeggeri-km, aumenta il valore del consumo specifico.

L'uso corretto dell'energia disponibile è anche funzione della capacità del macchinista di sfruttare quanto possibile l'inerzia del treno e di mantenere una velocità costante, realizzando la cosiddetta *marcia economica*. In questo modo si riescono a rispettare gli orari senza viaggiare ai limiti di velocità imposti dal treno e dal tracciato. Inoltre, su 4 locomotive è stato installato un contatore di energia: così è possibile monitorare il consumo di energia e, tramite un sistema di comunicazione terra-treno, fornire al macchinista le istruzioni

per viaggiare in condizioni di marcia economica in relazione anche alle condizioni del traffico [4].

Come indicato all'inizio del paragrafo, le aziende dedite all'esercizio ferroviario devono anche garantire il regolare svolgimento delle attività nei siti produttivi o presso gli impianti fissi: per questo c'è necessità di altra energia. In questo senso, i consumi di TRENITALIA sono dovuti sostanzialmente alle officine per la manutenzione dei rotabili e riguardano energia elettrica, gasolio, metano ed olio combustibile.

Dalla tabella 2 emerge che il metano è il combustibile più usato, con una percentuale pressoché costante del 99.8%. La quota dell'olio com-

buscibile, elemento più inquinante, è invece in costante diminuzione (-13.92% tra 2001 e 2004) ed è stato sostituito prevalentemente dal gasolio (+55.87%). Il confronto tra i consumi del 2001 e del 2004 esprime un aumento degli

stessi pari al 2.66%, giustificato da

TRENITALIA con gli effetti dovuti al

piano di industrializzazione e ammodernamento del comparto produttivo.

Tuttavia, la tendenza può essere

ritenuta soddisfacente, data la diminuzione di -9.68% tra 2003 e 2004.

È inoltre possibile spiegare la diminuzione dei consumi di elettricità (-5.09%), considerando che l'efficienza delle lavorazioni è andata aumentando.

Questi consumi energetici, seppur indispensabili per un'azienda di trasporto, non hanno nulla a che vedere con l'attività di trazione; può tuttavia essere interessante la valutazione della loro incidenza sul totale del consumo energetico di TRENITALIA: il 93.79% dell'energia utilizzata dall'amministrazione ferroviaria nazionale è appunto impiegata dagli impianti fissi.

Analisi ambientale

Quanto emerso nel paragrafo precedente circa l'analisi energetica vale anche per quella ambientale. Gli impegni presi da TRENITALIA a livello energetico sono strettamente correlati alle problematiche ambientali, dal momento che, di fatto, consumare meno energia implica anche limitare le emissioni di inquinanti in ambiente. La politica ambientale esprime senza mezzi termini l'obiettivo di ridurre in modo continuativo le emissioni nocive: non a caso, la gestione dell'ambiente è stata definita come una priorità aziendale da TRENITALIA [1].

TABELLA 2
CONSUMI ENERGETICI DEGLI IMPIANTI FISSI [tep] [1]

	2001	2002	2003	2004
Energia elettrica	30014	30145	30121	28487
Gasolio	3091	2639	2521	4818
Metano	16256100	17492500	18481700	16689400
Olio combustibile	2787	2195	2522	2399
TOTALE	16291984	17527499	18516864	16725123

In questo campo, TRENITALIA si è basata su di un sistema di indicatori ambientali definiti dalla Commissione UIC "Environmental Indicators" e nelle Linee Guida "Global Reporting Initiative": questi strumenti consentono un confronto più oggettivo con

CIFI GIOVANI

le altre aziende ferroviarie europee e permettono un'analisi più precisa sul rendimento ambientale dell'azienda.

Le emissioni inquinanti di *TRENITALIA* provengono dalle due attività delle quali si è eseguita l'analisi energetica. Inoltre, è consuetudine distinguere le emissioni della trazione in dirette ed indirette. Le emissioni dirette sono quelle provocate dalla marcia dei convogli a gasolio, mentre quelle indirette derivano dalla produzione della quota di elettricità usata da *TRENITALIA* per l'esercizio dell'attività ferroviaria.

I dati presentati da *TRENITALIA*, qui riportati, circa le emissioni di inquinanti, devono essere considerati come indicativi: per la quantificazione delle emissioni dei convogli a gasolio, infatti, nel documento di *TRENITALIA* emerge che gli analisti si sono basati su fattori di emissione medi, rappresentativi del parco rotabile diesel circolante. Più complesso è il caso delle emissioni dei materiali elettrici: in questo caso dal documento emerge che gli analisti dell'Azienda si sono riferiti ai valori di emissione, espressi in [g/kWh], relativi all'energia elettrica prodotta in Italia. Noti, o ipotizzati, i consumi del parco rotabile elettrico e di quello diesel, per viaggiatori e merci, si possono dunque determinare le emissioni assolute di inquinanti.

Anche in questo contesto è importante valutare l'andamento delle emissioni specifiche, date dal rapporto tra la quantità di inquinante emessa (suddivisa per tipo di servizio e di trazione) e i pkm da un lato, le tkm dall'altro. Una maggiore specificazione in questo contesto risulta difficile, data l'opinabilità di questa materia, non solo in campo ferroviario, e l'incertezza delle tecniche per affrontarla.

L'analisi ambientale riguarda le emissioni di gas serra (CO_2 equivalen-

te), pericolose se interferenti sul riscaldamento del pianeta, e di sostanze dannose per la salute dell'uomo, quali anidride solforosa (SO_2), ossidi di azoto (NO_x) e particolato (PM_{10} , noto anche come polveri sottili).

L'analisi si riferisce al periodo 1996-2004; in generale si apprezza una netta riduzione di tutti gli inquinanti, ma, come evidenziato in seguito, nel 2004 si è verificato un incremento nelle emissioni.

Entrando nel merito dell'analisi ambientale, è utile analizzare anzitutto le emissioni dirette ed indirette di CO_2 , i cui valori sono riportati in tabella 3.

TABELLA 3
EMISSIONI DIRETTE ED INDIRETTE DI CO_2 [kton] [1]

Anno	Emissioni dirette CO_2 [kton]	Emissioni indirette CO_2 [kton]	Incidenza delle emissioni dirette [%]
1996	453	2962	13.27
1997	423	2806	13.1
1998	414	2695	13.32
1999	399	2566	13.46
2000	389	2316	14.38
2001	379	2287	14.22
2002	364	2326	13.53
2003	363	2204	14.14
2004	383	2217	14.73

Con i dati disponibili, si evidenzia una riduzione delle emissioni di CO_2 dirette di -15.45%, mentre la riduzione di quelle indirette è pari a -25.15%. Bisogna altresì annotarne l'incremento,

tra il 2003 e il 2004, pari rispettivamente al 5.51% e 0.59%.

Tuttavia è più interessante analizzare le emissioni specifiche di anidride carbonica, il cui andamento negli anni è descritto dai grafici di figg 5 e 6.

Per quanto riguarda le emissioni dirette dei treni merci, *TRENITALIA* mostra di avere indubbiamente raggiunto ottimi risultati con un valore molto basso (0.7 mg/tkm) ed una riduzione pari a -85.71% dal 1996 al 2004.

Non può essere invece considerato come un buon risultato quello ottenuto dalla trazione termica di convogli passeggeri, poiché si riscontra un andamento altalenante e, nel complesso, si registra un incremento pari all'8%.

Anche questo andamento, come nel caso dei consumi energetici specifici, potrebbe essere giustificato con il variare annuo del numero dei pkm: infatti, a parità di km percorsi dai treni diesel, diminuendo il numero dei passeggeri-km, aumenta il valore delle emissioni specifiche.

Le emissioni indirette presentano invece discreti risultati su entrambi i fronti: i treni passeggeri emettono meno CO_2 (-22.56%, rispetto al 1996) anche se il valore è molto maggiore delle emissioni dirette; il motivo di tale discrepanza è da ricercarsi nelle tecniche di produzione dell'elettricità, comunque migliorate nel corso

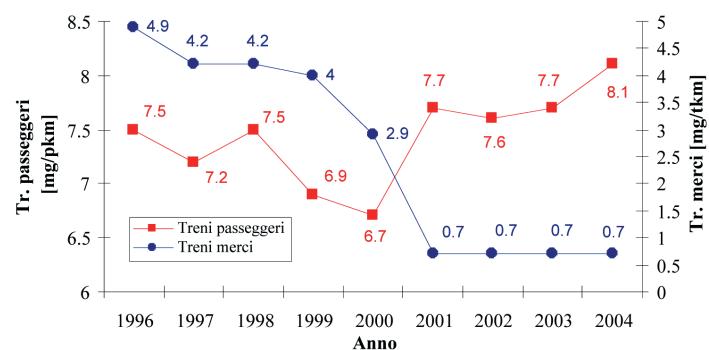


Fig. 5 - L'andamento delle emissioni dirette specifiche di CO_2 [1].

degli anni, e dalla miscela di combustibili impiegata per ottenerla. Il dato riguardante i treni merci evidenzia un buon decremento complessivo (-36.14%); tuttavia il valore del 2004 è maggiore di quello del 2000 del 20.59%.

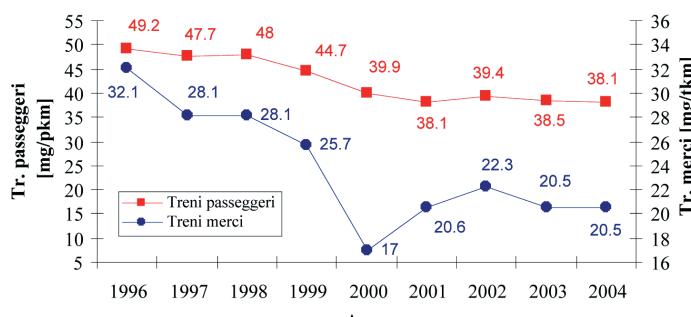


Fig. 6 - L'andamento delle emissioni indirette specifiche di CO₂ [1].

Per quanto riguarda le emissioni degli altri inquinanti (fig. 7), la diminuzione complessiva è netta, segno del miglioramento dei processi per la produzione di elettricità e dell'impiego di gasolio nella trazione. Il decremento complessivo è pari a -56.39%, anche se nel 2004 bisogna annotare un incremento (6.58%) rispetto all'anno precedente.

Le emissioni degli impianti fissi di TRENITALIA sono da addebitare sostanzialmente alle centrali termiche a combustibile fossile, usate per la produzione di vapore, per il riscaldamento degli ambienti di lavoro e per le attività di officina (manutenzione e pulizia dei rotabili).

Analizzando le emissioni di CO₂ in ambiente (tabella 4) emerge che la tendenza di TRENITALIA è crescente; questo risultato non deve tuttavia sorprendere, dato che i consumi energetici sono cresciuti nello stesso periodo.

L'incremento percentuale è dell'8.55% e può essere spiegato con l'istituzione del piano di industrializzazione e ammodernamento degli impianti, che consente una maggiore efficienza degli stessi e, di conseguenza, una riduzione dell'emissione di

CO₂ e di incombusti [1]. Inoltre, proprio con l'obiettivo di migliorare ulteriormente il comportamento ambientale, le centrali di ultima generazione, a volte sostitutive di quelle obsolete ad olio combustibile, sono a metano o a gasolio.

33500 abitanti. Rispetto al 2001 sono stati risparmiati quasi 480 mila metri cubi di acqua ed ogni anno (dal 2001 al 2004) si è consumato sempre di meno. Il consumo totale di acqua, comprendendo anche gli usi civili, sale a circa 3.1 milioni di metri cubi [1].

Un problema spesso non irrilevante è quello dei rifiuti e del loro smaltimento: per questo TRENITALIA è da tempo alla ricerca del contenimento dei rifiuti industriali. Nel triennio 2001-2003 la produzione di rifiuti per unità di traffico è passata da 0.91 [g/unità di traffico] a 0.79 [1].

Le tonnellate di rifiuti prodotti sono scesi da 65 mila a 53 mila nello stesso periodo, ma questo dato non deve ingannare: la differenza così marcata consiste nel minor numero di rotabili che è stato necessario rotamare nel 2003 [1].

Anche la raccolta differenziata dei rifiuti è un aspetto molto significativo, perché consente di riciclare il più possibile dei componenti giunti a fine vita utile. Ad esempio, il 100% degli olii esausti e degli accumulatori di piombo viene consegnato agli appositi

TABELLA 4
EMISSIONI DI CO₂ DAGLI IMPIANTI FISSI [1]

Anno	Emissioni di CO ₂ [t/anno]				TOTALE
	da gasolio	da metano	da olio combustibile		
2001	8947	39074	8891		56912
2002	7674	42047	7003		56724
2003	7331	44424	8044		59799
2004	14013	40115	7653		61781

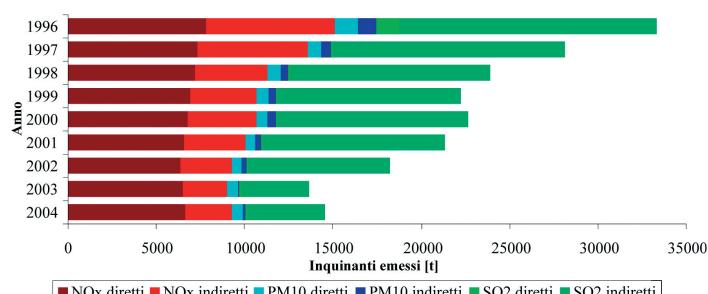


Fig. 7 - Le emissioni di altri inquinanti [1].

TABELLA 5
LIMITI DI RUMOROSITÀ DELL'ESERCIZIO
FERROVIARIO ITALIANO [1]

Materiale trainante	velocità [km/h]	LA max 2012 dB(A)
treno passeggeri	250	88
treno passeggeri	160	83
treno merci	160	83
treno merci	90	82
Materiale trainato	velocità [km/h]	LA max 2012 dB(A)
treno passeggeri	250	86
treno passeggeri	160	81
treno merci	160	88
treno merci	90	87
locomotive a gasolio	80	86
automotrici	80	81

ti enti preposti alla raccolta, riciclaggio e smaltimento degli stessi; anche il 90% dei materiali metallici (ferro e acciaio in larga misura) sono stati consegnati a ditte specializzate al recupero/riciclo [1].

TRENITALIA sta inoltre ultimamente lo smaltimento o la bonifica dei rotabili contenenti amianto: dai 14000 rotabili contenenti amianto del 1983 si è passati ai 122 del 2004: molti di questi sono stati bonificati e poi smantellati, altri sono stati messi in sicurezza, quindi riutilizzati. I 122 rotabili ancora presenti sul territorio sono custoditi, con le protezioni del caso, in attesa di demolizione o bonifica a seconda della quantità di amianto presente e delle condizioni generali del materiale. Concludendo l'inciso sui rifiuti, bisogna precisare che è aumentata del 24% la quota dei "rifiuti pericolosi" prodotti da *TRENITALIA*: l'incremento così netto è però da attribuire alla nuova classificazione dei rifiuti redatta dall'Unione Europea, in cui alcuni materiali sono stati ritenuti per la prima volta come pericolosi [1].

Per quanto riguarda l'inquinamento acustico bisogna far riferimento alla Legge Quadro n. 447 del 1995, che stabilisce i criteri generali di controllo del rumore. In ambito ferrovia-

TABELLA 5

TABELLA 6
RUMOROSITÀ DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO [1]

Materiale circolante	velocità [km/h]	LA max attuale dB(A)
Intercity	200	94
Interregionale	150	87.5
ETR 460	250	92.5
ETR 500	250	92
treno merci	100	92
TAF	140	88.5

rio sono da rispettare anche i DM del 16/3/98, il DPR n. 459 del 1998 e il DM del 29/11/00; i limiti da rispettare sono riassunti in tabella 5; le attuali rumorosità dell'esercizio, in tabella 6.

Si ricorda che l'unità di misura della rumorosità ferroviaria è stata fissata dal DPR 459/1998 e che rappresenta il livello di pressione sonora con ponderazione frequenziale A e costante temporale *fast*, da rilevare a 25 metri dal centro binario e a 3.5 metri sopra il binario stesso.

Come si nota dalle tabelle 5 e 6, i valori attuali non sono molto distanti da quelli fissati come limite nel 2012; comunque, in questo campo, *TRENITALIA* ritiene di doversi impegnare per migliorare la situazione generale.

La ricerca di una soluzione per abbattere l'inquinamento acustico è stata condotta mediante un'analisi costi/benefici, dalla quale è emerso che l'ottimo si raggiungerebbe mediante azioni sinergiche ed integrate su rotaie e materiale rotabile [1].

Proposte per il futuro

I rendimenti energetici ed ambientali di *TRENITALIA* negli anni passati sono certamente soddisfacenti, tuttavia la necessità di migliorarsi ulteriormente è estremamente viva ed è caldeggiata dagli intenti degli organismi internazionali. *TRENITALIA* ha già avanzato delle proposte e dei

progetti per migliorare ancora l'impiego energetico e garantire un futuro più sostenibile; le proposte più interessanti sono brevemente riassunte di seguito:

- l'avvio del progetto europeo "Railenergy" – al quale *TRENITALIA* partecipa con le principali compagnie ferroviarie europee - che punta ad una riduzione dei consumi da trazione del 10 – 15%;
- stampa dei biglietti su carta riciclata e sensibilizzazione degli utenti mediante il progetto "Green Corner", con cui si informa la clientela delle emissioni inquinanti di treno, auto e aereo nel percorrere la stessa distanza;
- sviluppo del trasporto di merci pericolose su ferrovia; se *TRENITALIA* trasportasse solo il 10% dei prodotti petroliferi che viaggiano su gomma, triplicherebbe la sua quota di rifiuti pericolosi trasportati, garantendo un trasporto più sicuro e costantemente monitorato, a vantaggio della collettività;
- in campo tecnico, la ricerca sui rotabili sta sperimentando alcuni sistemi innovativi di trazione (veicoli ibridi e celle a combustibile), il retrofit dei motori termici esistenti e l'ottimizzazione dei profili aerodinamici; questi studi sono finalizzati al miglioramento del comportamento energetico e ambientale;
- altri studi sono eseguiti sui sistemi frenanti, per ridurne sia l'inquinamento acustico sia l'usura.

Un progetto che merita particolare attenzione è quello del PVTRAIN:

si tratta di un treno che ha già mosso i primi passi sulla rete nazionale, ma resta un progetto allo stato embrionale. Prima d'ora, nell'ambito della trazione ferroviaria, non erano state impiegate fonti di energia rinnovabili; *TRENITALIA* sta cercando di sviluppare questa tecnologia che consentirebbe un discreto risparmio di energia di origine fossile utilizzando la tecnologia fotovoltaica, quindi l'energia solare. Dal punto di vista tecnico si tratta di applicare tegole fotovoltaiche (PV) al silicio amorfo sulle superfici curve dei tetti delle carrozze e dei locomotori per mantenere in carica (sfruttando l'energia solare) gli accumulatori a bordo dei treni durante le soste. È chiaro che non si tratta di realizzare treni a propulsione solare, ma piuttosto dei primi, piccoli interventi mirati alla riduzione del consumo di energia per quelli che si potrebbero definire gli accessori della trazione. Nello specifico, con questo sistema, si incrementa la vita utile degli accumulatori, che non subiscono più i deleteri ed usuali cicli di carica/scarica ad ogni fermata del convoglio.

Nell'immediato futuro, comunque, è previsto l'impiego di treni che, oltre a garantire un miglior confort, saranno più efficienti dal punto di vi-

sta energetico, meno rumorosi e con un tasso di riciclabilità più elevato. Questi nuovi rotabili saranno pensati e realizzati dai costruttori in osservanza alle linee guida dell'UIC e dell'UNIFE; un esempio già operativo è il nuovo TAF, che consente un risparmio energetico di circa il 15% rispetto al vecchio materiale.

Conclusioni

Con la presa di coscienza dell'importanza di contenere i consumi energetici per garantire un futuro più sostenibile, le compagnie ferroviarie hanno cominciato a porsi delle regole anche in materia di energia.

TRENITALIA ha infatti istituito, all'interno del suo organigramma, una nuova struttura dedita all'energia ed è pervenuta sul campo a risultati significativi: nel periodo considerato (1996 - 2004) si evidenziano infatti apprezzabili riduzioni nei consumi energetici e nelle emissioni di inquinanti; solo l'aumento dell'offerta nel 2004 ha comportato un nuovo aumento nei consumi, invertendo una tendenza positiva. La conferma di questa tesi deriva dall'analisi dei consumi energetici specifici, che seguono

l'andamento di quelli assoluti: bisogna però segnalare che il peggioramento delle prestazioni energetiche ed ambientali del 2004 dovrà essere considerato attentamente per non vanificare i risultati raggiunti nell'ultimo decennio.

I progetti e i programmi per il futuro sono importanti: l'auspicio che emerge dal documento è che essi siano attuati con successo per fornire risultati tangibili già in tempi brevi.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *TRENITALIA* (2005); *Rapporto Ambientale 2005*.
- [2] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2005), *Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (CNIT)* – Anno 2003 – con elementi informativi per l'anno 2004.
- [3] IEA (2003); *Energy Policies of IEA Countries: Italy - 2003 Review*.
- [4] L. CECCHI, M. CARNEVALI (2005); *Misura dell'energia elettrica a bordo dei mezzi di trazione ferroviaria*; La Tecnica Professionale, ottobre 2005 - pagg. 17-21.