

## **IL MODELLO TREMOVE**

TRT Trasporti e Territorio  
via Rutilia, 10/8 20141 Milano  
tel. 02 57410380, fax 02 55212845  
[www.TRTrasportieterritorio.it](http://www.TRTrasportieterritorio.it)

## IL MODELLO TREMOVE

### 1. Cos'è e di cosa si occupa il modello TREMOVE

Il modello TREMOVE è uno strumento integrato di simulazione sviluppato per l'analisi strategica dei costi e degli effetti di un'ampia gamma di strumenti di politica applicabili al mercato del trasporto a scala locale, regionale ed Europea. TREMOVE è stato realizzato per sostenere il processo di valutazione nell'ambito del programma Europeo Auto-Oil II.

Gli strumenti analizzabili comprendono misure tecniche (es. composizione dei carburanti, tecnologia applicata agli autoveicoli) organizzative (es. maggiore efficienza della logistica urbana e dei sistemi di trasporto pubblico) ed economiche (es. fiscalità sui carburanti, *road pricing*, ecc.).

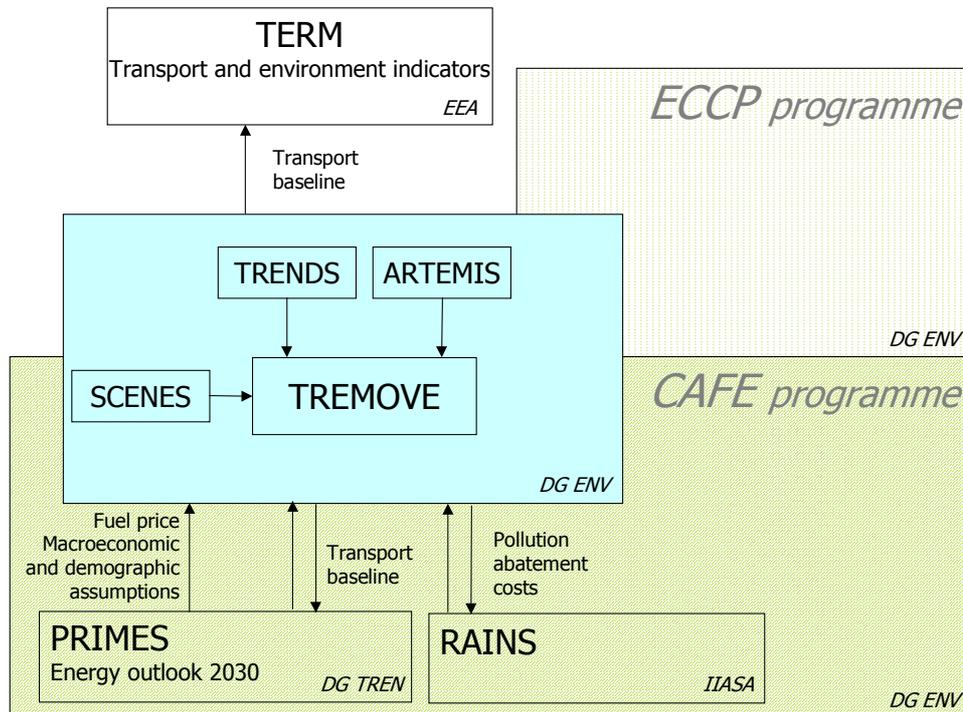
Gli effetti misurati concernono il livello di emissioni, ma anche il computo dei costi e dei benefici delle varie misure. Il modello simula, con scansione annuale, per il periodo 1995 – 2020.

Nel 2003 la Commissione Europea ha incaricato un consorzio guidato dall'Università di Leuven (Belgio) di procedere a un ampliamento e affinamento del modello TREMOVE. Gli scopi principali di questo lavoro sono di:

- estendere la copertura geografica del modello a tutti e 15 gli attuali paesi dell'Unione Europea più Svizzera, Norvegia e quattro paesi tra quelli che entreranno prossimamente a far parte dell'Unione: Repubblica Ceca, Ungheria, Polonia e Slovenia;
- estendere l'analisi a tutti i modi di trasporto: strada, ferrovia, navigazione interna, nave e trasporto aereo;
- ampliare il numero di sostanze inquinanti e gas serra trattati (vedi seguito paragrafo 5);
- includere nell'analisi costi-benefici anche i costi esterni dovuti all'inquinamento atmosferico determinato dal settore dei trasporti, compresa l'analisi del ciclo di vita di veicoli e carburanti.

Il lavoro di revisione e ampliamento del modello TREMOVE comprende anche lo sviluppo, a vari livelli, di legami con altri modelli e progetti a scala europea, secondo lo schema delineato nella figura seguente.

Figura 1 Il modello TREMOVE nel sistema di modelli europei



Nei paragrafi seguenti si fornisce una panoramica delle caratteristiche del modello TREMOVE. Per maggiori dettagli si può fare riferimento al sito ufficiale <http://www.tremove.org>, in particolare al *deliverable 1* del progetto, che descrive il modello in dettaglio. Informazioni sul progetto sono anche disponibili all'indirizzo [http://europa.eu.int/comm/environment/air/tremove/tremove\\_model\\_dev.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/air/tremove/tremove_model_dev.htm).

## 2. La struttura del modello TREMOVE

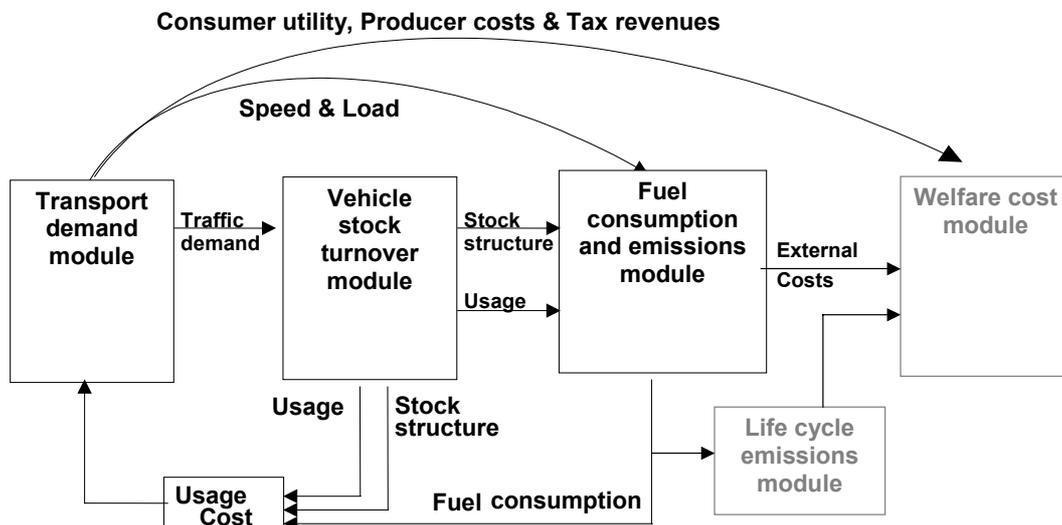
Il modello TREMOVE è composto da un insieme di modelli, identici, ognuno relativo a un singolo paese. In ogni modello nazionale l'analisi avviene separatamente per tre ambiti territoriali:

- un'area metropolitana di riferimento (es. Londra, Parigi);
- le altre aree urbane nel loro insieme;
- il resto del territorio.

L'analisi è quindi condotta a un livello aggregato, come è tipico di un modello strategico.

Ciascun modello nazionale è composto da diversi moduli in relazione tra loro come descritto nella figura seguente.

Figura 2 La struttura del modello REMOVE



Fonte: REMOVE, Deliverable 1

Il modulo di domanda rappresenta i volumi di traffico (in ciascuno dei tre ambiti territoriali indicati sopra) per modo di trasporto. Questi volumi di traffico rappresentano un input per il modulo che descrive l'evoluzione della flotta dei veicoli. L'insieme delle informazioni che derivano dal modulo di domanda e dal modulo della flotta consentono il calcolo delle emissioni e dei consumi di carburante. Il modulo di analisi costi-benefici acquisisce dai moduli precedenti le informazioni per il calcolo dei costi interni ed esterni. Vi sono poi delle retroazioni tra i vari moduli; ad esempio il modulo di domanda acquisisce informazioni necessarie al calcolo dei costi di trasporto sia dal modulo della flotta che dal modulo di calcolo dei consumi di carburante.

Il modello opera la simulazione a partire da uno scenario di base (*baseline scenario*) la cui dinamica, relativamente alla domanda, sarà definita sulla base delle previsioni fornite dal modello strategico di rete a scala europea SCENES sottoposte a validazione presso esperti dei vari paesi coinvolti. In sovrapposizione a questo scenario vengono simulati gli effetti delle diverse politiche.

Il modello non è dinamico e lavora per soglie discrete. Questo significa che l'impatto delle politiche simulate (es. l'aumento della tassazione sui carburanti) viene calcolato, indipendentemente per ciascuno degli anni di simulazione, rispetto allo scenario di base. Quindi, ad esempio, l'effetto di riduzione del consumo di carburante di una tassa aggiuntiva sul carburante imposta a partire dall'anno  $t$ , sarà

calcolato all'anno  $t+n$  rispetto al consumo che in tale anno si avrebbe nelle previsioni dello scenario di base senza tenere conto del fatto che negli  $n$  anni precedenti, l'introduzione della tassa avrebbe alterato il trend di base della domanda.

### **3. Il modulo di domanda**

Il modulo di domanda funziona separatamente per gli spostamenti merci e passeggeri. In entrambi i casi la simulazione è affidata a una struttura ad albero che perviene alla definizione della domanda per passaggi successivi. Ad esempio, al primo livello, è simulata la scelta tra spostarsi o acquistare altre merci o servizi, al secondo livello è simulato l'ambito di spostamento (es. urbano o extraurbano: questo livello interpreta in termini semplificati la scelta della destinazione), al terzo livello c'è la scelta dell'orario (fascia di punta o di morbida) e così via fino alla scelta del modo e, per gli spostamenti extraurbani anche del "percorso" (autostrada o strada ordinaria). Le scelte a ogni livello sono gestite tramite parametri di elasticità di sostituzione (*CES functions*).

Oltre che per l'ambito geografico sopra descritto (area metropolitana, altre aree urbane, aree non urbane), la domanda passeggeri in TREMOVE è segmentata in base al motivo (lavoro, non lavoro) e modo di trasporto (auto grandi, auto piccole, bus, metro, tram, ferrovia, aereo) e distinguendo anche il traffico domestico da quello internazionale.

Allo stesso modo, il traffico merci prevede una segmentazione per categoria di merce (rinfuse, unitizzati, *general cargo*), per modo (furgoni, camion, ferrovia, trasporto combinato, navigazione interna) e, anche in questo caso, vi è la separazione tra traffico domestico e internazionale.

### **4. Il modulo della flotta dei veicoli**

Il modulo della flotta è sofisticato e gestisce l'evoluzione del parco veicoli per i diversi modi sulla base degli acquisti annuali, guidati dalla dimensione della domanda e da un meccanismo di sostituzione dei veicoli radiati.

I veicoli stradali sono rappresentati per anzianità di immatricolazione, per cilindrata (autovetture e motocicli) o portata (veicoli merci), alimentazione e categoria EURO. Per ciò che riguarda l'alimentazione, oltre a benzina e gasolio, il modulo considera anche:

- combustibili alternativi (es. GPL, bio-carburanti);

- ibridi (motore a combustibile + elettrico);
- elettrici (batterie);
- a celle di combustibile (*fuel cells*).

## 5. Il modulo del consumo di carburante e delle emissioni

Il calcolo dei consumi di carburante e delle emissioni è affidato a valori unitari (fattori di emissione) ricavati dai numerosi studi che nel corso degli anni si sono succeduti su questo argomento, da MEET e COPERT fino ai programmi europei tuttora in corso di svolgimento come ARTEMIS e PARTICULATES. Questi fattori di emissione, specifici per le diverse tipologie di veicolo, sono quindi applicati al volume di traffico effettuato da ciascuna di tali tipologie, per determinare il totale delle emissioni.

Le sostanze inquinanti che vengono considerate in TREMOVE sono numerose; l'elenco completo comprende:

- Anidride carbonica - CO<sub>2</sub>
- Ossido di carbonio - CO
- Componenti Organici Volatili - VOC
- Ossidi di azoto - NO<sub>x</sub>
- Particolato - PM
- Anidride solforosa - SO<sub>2</sub>
- Composti del piombo - Pb
- Ammoniaca - NH<sub>3</sub>
- Protossido di azoto - N<sub>2</sub>O
- Altri metalli pesanti (es. cadmio, zinco, cromo, nickel, selenio) - HM
- Solfuro di idrogeno - H<sub>2</sub>S.

Per alcune di queste sostanze sono anche esaminate le loro componenti. Ad esempio, per i Componenti Organici Volatili, si considerano separatamente il metano e i

componenti non legati al metano, oppure per il particolato si considera la diversa dimensione delle particelle.

Poiché non per tutte queste sostanze le conoscenze relative alle emissioni sono tali da consentire la derivazione di fattori di emissione robusti, le sostanze stesse sono classificate in tre livelli, a seconda appunto del grado di rappresentatività dei fattori disponibili. La classificazione è riportata nella tabella seguente.

Tabella 1 Sostanze inquinanti in base al livello di conoscenza sui fattori di emissione

Sostanza	Livello 1	Livello 2	Livello 3
Consumo di carburante	T		
CO <sub>2</sub>	T		
CO	T		
VOC	T		
NO <sub>x</sub>	T		
PM	T		
SO <sub>2</sub>	T		
Pb	T		
N <sub>2</sub> O		T	
CH <sub>4</sub>		T	
NMVOC		T	
VOC ulteriori componenti		T	
PM suddiviso in base alla dimensione		T	T
NH <sub>3</sub>		T	T
H <sub>2</sub> S			T
NO <sub>2</sub>		T	T
HM			T

Nota: il livello 1 è quello per cui si possiedono elementi robusti, il livello 2 è quello per cui le conoscenze permettono di determinare fattori di emissione solo indicativi e il livello 3 quello per cui i dati disponibili sono pochi e i fattori di emissione sono poco affidabili.