

Scheda tecnica n. 45E – Diffusione di autovetture alimentate a GPL per il trasporto di passeggeri.

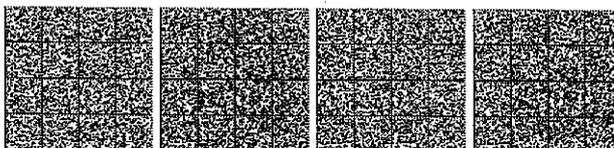
1. ELEMENTI PRINCIPALI

1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento ¹ :	TRASP) Sistemi di trasporto: efficientamento energetico dei veicoli
Vita Utile ²	U = 5 anni
Vita Tecnica ²	T = 10 anni
Settore di intervento:	Trasporti
Tipo di utilizzo:	Trasporto passeggeri
Condizioni di applicabilità della procedura	
La presente procedura promuove la diffusione delle autovetture alimentate a GPL, sia solo a gas che a doppia alimentazione GPL-carburante tradizionale (benzina o gasolio). La procedura è applicabile solo alle autovetture appartenenti ai segmenti di mercato A,B,C,D.	

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione ³	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR) ² :	autovettura
Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per ogni unità fisica di riferimento appartenente al segmento di mercato X:	
$\text{RSL} = [\text{CS}(\text{VR}) - \text{CS}(\text{V}_{\text{GPL}})] \cdot P / 10^6 \quad (\text{tep/anno/autovettura})$	
dove:	
P	è la percorrenza annua riportata in Tabella 1 (km/anno)
CS (VR)	è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura di riferimento, riportato in Tabella 1 (10^{-6} tep/km)
CS (V _{GPL})	è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura a GPL (10^{-6} tep/km)
I consumi di energia primaria delle autovetture a GPL si calcolano a partire dai consumi in fase d'uso aggiungendo i consumi di energia per la distribuzione e compressione dei carburanti. Più precisamente il consumo di energia primaria è dato da:	
$\text{CS}(\text{V}_{\text{GPL}}) = (C / 100 \cdot \rho \cdot P_{\text{ci}} \cdot 1000) \cdot (1 + f_{\text{prod-trasp}}) \quad (10^{-6}\text{tep/km})$	
dove:	
C è il consumo di GPL dell'autovettura in fase d'uso, espresso in l/100km, dichiarato dal costruttore e pubblicato ogni anno, per tutte le autovetture presenti sul mercato italiano, dal MiSE nella "Guida sul risparmio di carburanti e di emissioni di CO ₂ delle autovetture"	
I valori dei coefficienti: ρ , P_{ci} , $f_{\text{prod-trasp}}$, sono riportati in Tabella 2.	



Segmento di mercato	CS(VR) 10 ⁻⁶ tep/km	P km/anno
A - CITY CAR	40,34	9.000
B - UTILITARIE	43,84	11.000
C - MEDIE	48,31	15.000
D - MEDIO GRANDI	58,07	18.000

Tabella 1: CS(VR) e P delle autovetture di riferimento per segmento

Carburante	Pci	□ (kg/l)	f _{prod-trasp}
GPL	1,10 tep/t	0,538	0,03

Tabella 2: Coefficienti per il calcolo dei CS(V_{GPL}) dei veicoli a GPL

Coefficiente di addizionalità ² :	$a = 100\%$
Coefficiente di durabilità ² :	$\tau = 1,87$
Quote dei risparmi di energia primaria [tep/a] ² :	
Risparmio netto contestuale (RNc)	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
Risparmio netto anticipato (RNa)	$RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$
Risparmio netto integrale (RNI)	$RNI = RNc + RNa = \tau \cdot RNc$
Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento ⁴ : Tipo II	

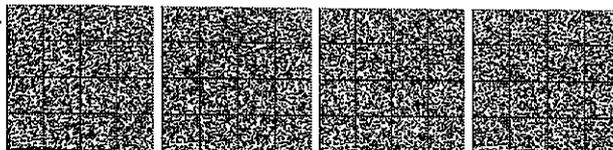
2. DOCUMENTAZIONE DA CONSERVARE⁵

Il proponente deve conservare la documentazione relativa alle autovetture dichiarate:

- documenti di vendita e/o acquisto
- documentazione tecnica.

Note:

1. Tra quelle elencate nella Tabella 2 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
2. Di cui all'articolo 1, comma 1, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
3. Di cui all'articolo 3, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
4. Secondo l'articolo 29, comma 2, del DECRETO LEGISLATIVO 3 marzo 2011, n.28.
5. Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 14 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.



Allegato alla scheda tecnica n. 45E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

Premessa

L'obiettivo di questa scheda tecnica è quello di incentivare la vendita di autovetture a GPL, con o senza doppia alimentazione a benzina o gasolio, qualora esse abbiano consumi di energia primaria inferiori a quelli delle autovetture con alimentazioni a benzina o gasolio, nel seguito indicate come "convenzionali". Il risparmio energetico della autovettura a gas viene calcolato rispetto a un'autovettura "convenzionale" di riferimento appartenente allo stesso segmento di mercato e che risponde allo standard di omologazione delle emissioni di inquinanti in vigore, attualmente EURO5. Alla luce dei continui progressi tecnologici delle case automobilistiche per aumentare l'efficienza energetica e ridurre l'impatto ambientale degli autoveicoli, sarà necessaria una revisione periodica dei parametri di riferimento della scheda.

Procedura per il calcolo del risparmio annuo di energia primaria

Il Risparmio di energia primaria (RSL) ottenibile dalla vendita di un'autovettura alimentata a GPL rispetto ad una con alimentazione tradizionale è determinato dalla differenza tra il consumo specifico (consumo a km) dell'autovettura di riferimento ed il consumo specifico (consumo a km) dell'autovettura a gas per la quale si sta valutando il risparmio energetico, moltiplicato per la percorrenza annua.

Il risparmio energetico è valutato sulla base del segmento di mercato al quale appartiene l'autovettura a gas dichiarato dal costruttore.

La procedura di calcolo è applicabile solo alle autovetture appartenenti ai segmenti di mercato A,B,C,D.

Il Risparmio di energia primaria per l'autovettura a gas è dato dalla seguente formula:

$$RSL = [CS(VR) - CS(V_{GPL})] \cdot P / 10^6 \text{ (tep/anno)}$$

Dove:

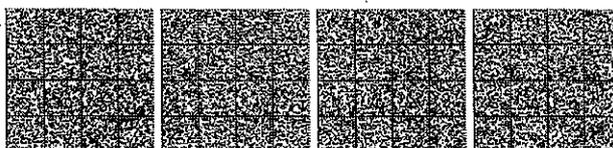
$CS(VR)$ è il consumo specifico (per km) di energia primaria dell'autovettura di riferimento [10^{-6} tep/km]

$CS(V_{GPL})$ è il consumo specifico (per km) di energia primaria, dell'autovettura a GPL [10^{-6} tep/km]

P è la percorrenza media annua (km/anno) dell'autovettura. Le percorrenze annue per i diversi segmenti di mercato, riportate nella Tabella seguente, sono state stimate come media pesata sul venduto delle percorrenze dei veicoli con diversa alimentazione, appartenenti al segmento in esame. I calcoli sono stati effettuati a partire dai dati dell'inventario delle emissioni stradali di ISPRA [1] e del parco circolante ACI [2]. Le percorrenze sono ipotizzate uguali per la autovettura di riferimento e per l'autovettura a gas, in quanto il numero di km percorsi dipende dalle abitudini del conducente che si suppone rimangano invariate.

I consumi di energia primaria: $CS(VR)$ e $CS(V_{GPL})$ si ricavano a partire dai consumi in fase d'uso aggiungendo anche i consumi di energia per la produzione e trasporto per benzina e gasolio e la distribuzione e compressione per il GPL.

Nei paragrafi successivi vengono descritti in dettaglio gli algoritmi di calcolo dei consumi di energia primaria CS per le diverse tipologie di autovetture.



Segmento	km/anno
A - CITY CAR	9.000
B - UTILITARIE	11.000
C - MEDIE	15.000
D - MEDIO GRANDI	18.000

Autovetture a GPL

Il consumo di energia primaria delle vetture alimentate a GPL si calcola secondo la seguente formula:

$$CS(V_{GPL}) = CI \cdot (1 + f_{prod-trasp}) \quad [10^{-6}tep/km]$$

Dove CI è dato da:

$$CI = C / 100 \cdot \rho \cdot P_{ci} \cdot 1000 \quad [10^{-6}tep/km]$$

Con:

C è il consumo di GPL dell'autovettura, espresso in l/100km, dichiarato dal costruttore e pubblicato ogni anno, per tutte le autovetture presenti sul mercato italiano, dal MiSE nella "Guida sul risparmio di carburanti e di emissioni di CO₂ delle autovetture" [3].

ρ è la densità del GPL, pari a 0,538 kg/l [4]

P_{ci} è il potere calorifero inferiore del GPL, pari a 1,1 tep/t, come si ricava dal Bilancio Energetico Nazionale [5]

$f_{prod-trasp}$ è il rapporto tra energia primaria utilizzata per la distribuzione e compressione del GPL e l'energia in fase d'uso. Tale rapporto per il GPL è pari a 0,03, come risulta sommando i valori riportati nel rapporto europeo del JRC [6].

Autovetture di riferimento

I consumi specifici di energia primaria delle autovetture "convenzionali" di riferimento che devono essere utilizzati per il calcolo del risparmio energetico sono riportati nella Tabella 1 della presente scheda per i diversi segmenti di mercato.

Di seguito si descrive la procedura utilizzata per il calcolo di tali valori.

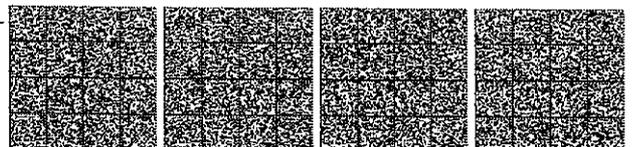
Il consumo di energia primaria delle autovetture "convenzionali" è dato dalla somma del consumo di energia in fase d'uso e dei consumi di energia per la produzione e trasporto dei carburanti secondo la formula:

$$CS(VR) = C \cdot (1 + f_{prod-trasp}) \quad [10^{-6}tep/km]$$

Dove:

$f_{prod-trasp}$ è il rapporto tra energia primaria utilizzata per produrre e trasportare il carburante e l'energia contenuta nel carburante prodotto, come risulta sommando i valori riportati nel rapporto europeo del JRC [6] per le fasi di raffinazione e di trasporto dei carburanti.

C è l'energia consumata in fase d'uso calcolata come media dei consumi delle autovetture vendute nel 2011 e appartenenti allo stesso segmento di mercato della autovettura in esame. Non essendo disponibili dati di consumo, il calcolo è stato effettuato a partire dai dati di emissione media di CO₂ e del numero di immatricolazioni per alimentazione, pubblicati da UNRAE [7], mediante la seguente formula:



$$C = Em \cdot \sum_j (Imm_j \cdot Pci_j / FE_j) / Timm \quad [10^{-6} \text{tep/km}]$$

Dove:

Em è l'emissione media di CO₂ delle autovetture appartenenti al segmento di mercato in esame [gCO₂/km]

j è il tipo di carburante: benzina, gasolio

Imm_j è il numero di immatricolazioni di autovetture con alimentazione *j* del segmento di mercato in esame

Timm è il totale delle immatricolazioni di vetture a benzina e gasolio del segmento di mercato in esame

Pci sono i poteri calorifici inferiori espressi in [tep/t carburante] di benzina e gasolio, ricavati dal Bilancio Energetico Nazionale [5]

FE sono i fattori di emissione per unità di carburante pubblicati nella Guida degli Inventari delle Emissioni Nazionali della Comunità Europea [8] espressi in kg di CO₂ per kg di carburante e riportati nella seguente Tabella:

carburante	FE kg CO ₂ per kg carb.	Pci tep/t carb.
benzina	3,180	1,05
gasolio	3,140	1,02

I consumi specifici di energia primaria CS(VR) delle autovetture "convenzionali" di riferimento, così calcolati, sono riportati nella Tabella seguente.

Segmento mercato	CS(VR) (10 ⁻⁶ tep/km)
A - CITY CAR	40,34
B - UTILITARIE	43,84
C - MEDIE	48,31
D - MEDIO GRANDI	58,07

Esempi di calcolo del risparmio annuo di energia primaria

Si riportano di seguito due esempi di calcolo del risparmio annuo di energia primaria: il primo relativo ad un'autovettura appartenente al *segmento B* ed il secondo ad una appartenente al *segmento D*.

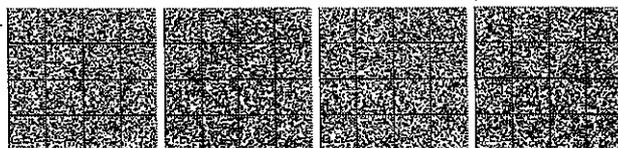
Il risparmio di energia primaria conseguibile dalla vendita di un'autovettura alimentata a GPL piuttosto che una autovettura "convenzionale" è dato da:

$$RSL = [CS(VR) - CS(V_{GPL})] \cdot P / 10^6 \quad [\text{tep/anno}]$$

Il consumo specifico di energia primaria di un' autovettura a GPL appartenente *al segmento B* si ottiene applicando la seguente formula:

$$CS(V_{GPL}) = (C_{GPL} / 100 \cdot \rho \cdot Pci \cdot 1000) \cdot (1 + f_{prod-trasp}) \quad [\text{tep/anno}]$$

Dove la densità ρ è pari 0,538 kg/l, il potere calorifico inferiore *Pci* a 1,1 tep/t e $f_{prod-trasp}$ a 0,03.



Autovettura a GPL di segmento A

Assumendo un consumo specifico in fase d'uso (C_{GPL}) di 5,6 l/100km, si ha:

$$CS(V_{GPL}) = (5,6 / 100) \cdot 0,538 \cdot 1,1 \cdot 1000 \cdot (1+0,03) = 34,14 [10^{-6} \text{tep/km}]$$

Il consumo specifico di energia primaria dell'autovettura "convenzionale" $CS(VR)$ è, invece, riportato nella Tabella 1 della scheda ed è pari a $40,34 \cdot 10^{-6}$ tep/km.

Il Risparmio di energia primaria, quindi, essendo le percorrenze annue del *segmento A* uguali a 11.000 km (da Tabella 1 della scheda) è:

$$RSL = [(40,34 - 34,14) \cdot 9.000] / 10^6 = 55,80 / 10^6 = 0,056 \text{ tep/anno}$$

Autovettura a GPL di segmento B

Assumendo un consumo specifico in fase d'uso (C_{GPL}) di 5,8 l/100km, si ha:

$$CS(V_{GPL}) = (5,8 / 100) \cdot 0,538 \cdot 1,1 \cdot 1000 \cdot (1+0,03) = 35,35 [10^{-6} \text{tep/km}]$$

Il consumo specifico di energia primaria dell'autovettura "convenzionale" $CS(VR)$ è, invece, riportato nella Tabella 1 della scheda ed è pari a $43,84 \cdot 10^{-6}$ tep/km.

Il Risparmio di energia primaria, quindi, essendo le percorrenze annue del *segmento B* uguali a 18.000 km (da Tabella 1 della scheda) è:

$$RSL = [(43,84 - 35,35) \cdot 11.000] / 10^6 = 93,39 / 10^6 = 0,093 \text{ tep/anno}$$

Il mercato

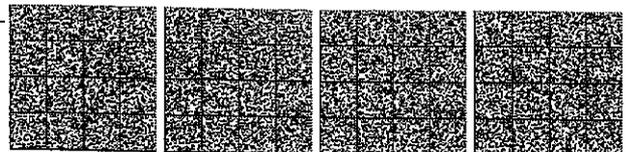
Le vendite di autovetture alimentate a GPL hanno avuto una fortissima crescita negli anni 2007-2010 grazie agli ecoincentivi statali, in particolare nel periodo da febbraio 2009 a fine marzo 2010 durante il quale, grazie agli ecoincentivi molto cospicui del DL n.5/2009, le immatricolazioni di autovetture GPL hanno raggiunto il 23% del venduto. Nel 2011 le vendite di vetture GPL sono scese, rimanendo comunque al di sopra delle vendite degli anni precedenti le manovre incentivanti. Nei primi nove mesi del 2012 si è registrata un'impennata delle vendite di questa tipologia di autovetture con un incremento rispetto allo stesso periodo del 2011 pari a + 124%. Infatti hanno raggiunto quasi le 92.000 unità [9], dimostrando l'attrattiva di questo tipo di veicoli, grazie al minor prezzo del GPL, rispetto a quello di benzina e gasolio.

E' presumibile, quindi, che il numero di vendite non crolli ulteriormente nei prossimi anni, anche se il mercato dell'auto nel suo complesso sta vivendo un momento di forte crisi.

Stima dei risparmi

Guardando nel dettaglio la struttura del mercato delle vetture GPL [10], si nota che le autovetture vendute nel 2011 sono per la maggior parte appartenenti ai segmenti A e B. Il 43% delle vendite, pari a circa 24.000 vetture, ha riguardato autovetture che mediamente risultano avere un risparmio in energia primaria pari a 0,025 tep/veicolo-anno rispetto alle vetture di riferimento come definite nella scheda.

Nei primi 9 mesi del 2012 [9], invece, il risparmio medio che risulta dalle vendite delle vetture GPL si è più che dimezzato, essendo state vendute vetture meno efficienti dell'anno precedente.



Considerando le vetture più vendute, pari a quasi 40.000 vetture (il 45% delle vendite), il consumo specifico medio è solo di 0,014 tep/veicolo-anno inferiore a quello dei veicoli di riferimento. Quindi, adottare delle misure per orientare il mercato verso veicoli più efficienti può produrre un risparmio energetico che altrimenti difficilmente potrebbe essere raggiunto. Infatti, nel panorama dell'offerta molto varia di vetture a GPL, esistono modelli, anche se non rientrano tra i più venduti, che hanno un consumo di energia primaria inferiore al veicolo di riferimento anche del 15-20%, che tradotto in risparmio annuo può arrivare anche a 0,1 tep/veicolo-anno pari a circa 1 tep/veicolo nel corso della sua vita. Se il mercato si spostasse più verso queste autovetture, i risparmi energetici potrebbero essere ben più consistenti.

Riferimenti bibliografici

- [1] ISPRA: "Trasporto su strada. Rapporto 124/2010" (Dati Trasporto 1990 – 2009: <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria/Gruppo%20inventari%20locali/dati/trasporto1990-2009.zip/view>)
- [2] ACI: "Autoritratto 2010" (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto/autoritratto-2010.html>)
- [3] Ministero dello Sviluppo Economico - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Ministero Infrastrutture e Trasporti: "Guida 2012 al risparmio di carburanti e alle emissioni di CO₂ delle auto" (http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/GUIDA2012_CO2.pdf)
- [4] Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UN/ECE): "Regolamento n. 101/2007" (GU L 158/34 del 19/06/2007)
- [5] MiSE: "Bilancio energetico nazionale 2010" (http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/ben/ben_2010.pdf)
- [6] JRC: "WELL-TO-TANK Report Version 3.0 November 2008 context - APPENDIX 2 - Description and detailed energy and GHG balance of individual pathways" (<http://ies.jrc.ec.europa.eu/jec-research-collaboration/downloads-jec.html>)
- [7] UNRAE: "L'auto 2011" sintesi statistica degli anni 2002 – 2011 (<http://www.unrae.it/studi-e-statistiche/categorie/sintesi-statistica/item/2362-sintesi-2011>)
- [8] EEA: "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009" (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>)
- [9] UNRAE: "Top 10 per alimentazione settembre 2012" (<http://www.unrae.it/studi-e-statistiche/categorie/dati-statistici/item/2406-top-10-per-alimentazione-settembre-2012>)
- [10] UNRAE: "Top 10 per alimentazione dicembre 2011" (<http://www.unrae.it/rae-servizi/item/2239-top-10-per-alimentazione-dicembre-2011>)

