

Scheda tecnica n. 42E – Diffusione di autovetture a trazione elettrica per il trasporto privato 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 esclusivamente a trazione elettrica, alimentate da un sistema di accumulo elettrico (batterie) a bordo ricaricabile dalla rete. | |
| La procedura è applicabile 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 elettrica |
| Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per ogni unità fisica di riferimento appartenente al segmento di mercato X: | |
| $\text{RSL} = [\text{CS}(\text{VR}) - \text{CS}(\text{VE})] \cdot \text{P} / 10^6 \quad (\text{tep/anno/autovettura})$ | |
| 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 (VE) | è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura elettrica (10^{-6} tep/km) |
| I consumi di energia primaria delle autovetture elettriche si calcolano a partire dai consumi di elettricità in fase d'uso, aggiungendo i consumi di energia per la produzione e distribuzione di elettricità: | |
| $\text{CS}(\text{VE}) = (\text{CE} / 100) \cdot f_E \cdot 1000 \quad (10^{-6} \text{tep/km})$ | |
| dove: | |
| CE | è il consumo specifico in fase d'uso, espresso in kWh/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" |
| f_E | è il coefficiente di conversione da energia elettrica a primaria, pari a 0,142 tep/MWh(*) |
| (*) Il coefficiente f_E , qui utilizzato, è il coefficiente di conversione per la produzione di energia elettrica del sistema elettrico italiano che quindi comprende anche le fonti rinnovabili; tale assunzione deriva dal fatto il risparmio di energia primaria in questo caso è dato dalla maggiore efficienza del motore elettrico rispetto al motore termico ad alimentazione convenzionale, e non è un risparmio di energia elettrica. Quindi, per f_E non viene usato il fattore della circolare AEEG, ma il valore viene calcolato a partire dai dati del Rapporto ISPRA 135/2011 "Produzione termoelettrica ed emissione di CO2" (http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni/Fattori%20di%20emissione%20elettrica/view) | |



| 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

| | |
|--|-------------------------------------|
| Coefficiente di adicionalità 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 (RN_a) | $RN_a = (\tau - 1) \cdot RNc$ |
| Risparmio netto integrale (RNI) | $RNI = RNc + RN_a = \tau \cdot RNc$ |
| 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. Di cui all'articolo 17, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
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. 42E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

Premessa

L'obiettivo di questa scheda tecnica è quello di incentivare la vendita di autovetture elettriche; infatti tali autovetture presentano consumi di energia primaria inferiori a quelli delle autovetture a combustione interna, nel seguito indicate come "convenzionali". Il risparmio energetico della autovettura elettrica 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.

La tecnologia dei veicoli stradali negli ultimi anni ha registrato una forte innovazione con notevoli miglioramenti delle prestazioni energetiche. Nel prossimo futuro, per ottemperare agli obblighi imposti dal Regolamento europeo 443/2009 che fissa a 130 gCO₂/km l'emissione media del venduto nel 2015, le case automobilistiche si trovano di fronte alla necessità di migliorare le prestazioni ambientali e di consumo energetico del proprio parco auto. Due sono le strategie attualmente seguite: 1) miglioramento dell'efficienza energetica dei motori "convenzionali" a benzina e a gasolio, 2) "elettrificazione" dei sistemi di trazione.

Pertanto vi saranno sicuramente ulteriori sviluppi tecnologici che implicheranno una revisione periodica della scheda non nel suo approccio metodologico, ma nei parametri di riferimento.

Procedura per il calcolo del risparmio annuo di energia primaria

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

Non essendo sempre presenti sul mercato, per uno stesso modello di autovettura le diverse alimentazioni (benzina, gasolio, elettrica) il risparmio energetico andrà valutato sulla base del segmento di mercato al quale appartiene l'autovettura elettrica dichiarato dal costruttore.

La procedura di calcolo è applicabile alle autovetture appartenenti ai segmenti di mercato A,B,C,D. Il Risparmio di energia primaria per l'autovettura elettrica è dato dalla seguente formula:

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

Dove:

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

$CS(VE)$ è il consumo specifico di energia primaria, dell'autovettura elettrica [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 l'autovettura di riferimento e per l'autovettura elettrica, 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 $CS(VE)$ si ricavano a partire dai consumi in fase d'uso (carburanti e elettricità) aggiungendo anche i consumi di energia per la produzione e trasporto dei carburanti e la produzione e distribuzione di elettricità rispettivamente.

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 elettriche

Il consumo di energia primaria delle vetture elettriche si calcola secondo la seguente formula:

$$CS(VE) = (CE / 100) \cdot f_E \cdot 1000 \quad [10^{-6} \text{tep/km}]$$

Dove:

CE è il consumo specifico in fase d'uso, espresso in kWh/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].

f_E è il coefficiente di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, attualmente pari a 0,142 tep/MWh (stimato dai dati di produzione di energia elettrica al 2010 [4]).

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 $CS(VR)$ delle autovetture "convenzionali" è dato dalla somma del consumo di energia in fase d'uso $C(VR)$ e dei consumi di energia per la produzione e trasporto dei carburanti.

Il consumo di carburante $C(VR)$ è calcolato 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 disaggregati per segmenti, il calcolo è stato effettuato a partire dai dati di emissione media di CO₂ e del numero di immatricolazioni per alimentazione, pubblicati da UNRAE [5] mediante la seguente formula:

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

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 [6].

FE sono i fattori di emissione per unità di carburante pubblicati nella Guida degli Inventari delle Emissioni Nazionali della Comunità Europea [7] espressi in kg di CO₂ per kg di carburante e riportati nella Tabella seguente:

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

L'energia primaria CS(VR) si ricava dal consumo in fase d'uso C(VR) secondo la formula:

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

Dove:

$f_{prod-trasp}$ è il rapporto tra energia primaria utilizzata per produrre e trasportare il carburante e l'energia contenuta nel carburante prodotto. In questo caso, trattandosi di consumi medi delle vetture nuove a benzina e gasolio per segmento di mercato, $f_{prod-trasp}$ si ottiene per ogni segmento facendo la media sulle immatricolazioni di benzina e gasolio dei $f_{prod-trasp}$ specifici, pari a 0,10 per la benzina e 0,12 per il gasolio [8].

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

Il Risparmio di energia primaria conseguibile dalla vendita di una autovettura elettrica piuttosto che una autovettura "convenzionale" è dato da:

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

Il consumo specifico di energia primaria di una autovettura elettrica appartenente *al segmento A* si ottiene applicando la seguente formula:

$$CS(VE) = (CE / 100) \cdot f_E \cdot 1000 \quad [10^{-6} \text{tep/km}]$$

Dove il fattore di conversione f_E è assunto pari a 0,142.

Autovettura elettrica di segmento A

Avendo assunto un consumo specifico in fase d'uso (CE) di 13,5 kWh/100 km si ha:



$$CS(VE) = (13,5 / 100) \cdot 0,142 \cdot 1000 = 19,17 \text{ [} 10^{-6} \text{ tep/km]}$$

Il consumo specifico di energia primaria CS(VR) dell'autovettura "convenzionale" appartenente al *segmento A* 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 9.000 km (da Tabella 1 della scheda) è:

$$RSL = (40,34 - 19,17) \cdot 9.000 / 10^6 = 190.530 / 10^6 = 0,191 \text{ tep/anno}$$

Si evidenzia che la procedura per il calcolo del risparmio dell'energia primaria specificata nella scheda e riportata nell'esempio sottostima per difetto il risparmio per le vetture elettriche del segmento A e B, il cui utilizzo si prevede principalmente in ambito urbano. Infatti per mancanza di dati di consumo delle auto di riferimento sul ciclo urbano, il calcolo è stato effettuato a partire dai consumi sul ciclo misto. Tale assunzione penalizza il veicolo elettrico di piccole dimensioni per il quale l'utilizzo di elezione è l'ambito urbano, dove il funzionamento del motore elettrico è ottimale e dove i consumi diminuiscono grazie al recupero di energia in frenata, al contrario i consumi del motore termico aumentano a causa dalle continue frenate ed accelerazioni.

Autovettura elettrica di segmento C

Avendo assunto un consumo specifico in fase d'uso (CE) di 17,3 kWh/100km si ha:

$$CS(VE) = (17,3 / 100) \cdot 0,142 \cdot 1000 = 24,57 \text{ [} 10^{-6} \text{ tep/km]}$$

Il consumo specifico di energia primaria CS(VR) dell'autovettura "convenzionale" appartenente al *segmento C* è, invece, riportato nella Tabella 1 della scheda ed è pari a $48,31 \cdot 10^{-6}$ tep/km.

Il Risparmio di energia primaria, quindi, essendo le percorrenze annue del *segmento A* uguali a 9.000 km (da Tabella 1 della scheda) è:

$$RSL = (48,31 - 24,57) \cdot 15.000 / 10^6 = 356.100 / 10^6 = 0,356 \text{ tep/anno}$$

Il mercato

Le autovetture elettriche sono ancora una novità nel mercato italiano dell'auto, infatti sono pochissimi i modelli in vendita e per lo più appartenenti al segmento A (city-car), anche se è stato annunciato da alcune case automobilistiche la messa a listino a breve di veicoli di cilindrata superiore e con una maggiore autonomia.

Nel 2011 sono state vendute circa 300 autovetture elettriche [9] molte delle quali rientrano in progetti sperimentali e/o sono state acquistate da aziende ed enti locali.

In un panorama europeo e mondiale in cui il processo di standardizzazione è stato appena avviato e la fase di sperimentazione, incoraggiata dalla Commissione Europea e dagli Stati Membri, con diverse politiche incentivanti, non ha ancora portato all'emergere di prospettive di mercato ben definite, si può, comunque, ipotizzare che nel breve periodo, in Italia, non vi sarà una penetrazione consistente di questa tipologia di vetture nel mercato delle vendite, sia per il prezzo di acquisto elevato, di due o tre volte superiore rispetto ai modelli ad alimentazione tradizionale, sia per l'esiguo numero di modelli in vendita, sia per la mancanza di una rete di ricarica diffusa sul territorio.



Stima dei risparmi

I veicoli elettrici hanno consumi in fase d'uso inferiori a quelli dei veicoli con motore a combustione interna: il motore elettrico infatti ha un'efficienza 3-4 volte superiore a quella del motore termico.

Il risparmio energetico in fase d'uso è tale da compensare largamente le perdite che avvengono in fase di produzione e distribuzione dell'energia elettrica; perdite che, pur essendo ancora maggiori di quelle per la raffinazione e distribuzione dei combustibili liquidi e gassosi, si sono molto ridotte nell'ultimo decennio per il miglioramento dell'efficienza del sistema elettrico nazionale.

Il risparmio di energia primaria di un'auto elettrica rispetto al veicolo di riferimento varia tra il 30 ed il 50% in termini percentuali mentre in termini assoluti il risparmio stimato sui veicoli attualmente sul mercato varia tra 0,36 e 0,19 tep/vei-anno pari a 3,6 e 1,9 tep nel corso della vita tecnica pari a 10 anni.

Riferimenti bibliografici

- [1] ISPRA: “*Trasporto su strada. Rapporto 124/2010*” (Dati Trasporto 1990 – 2009:
<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria/Gruppo%20inventari%20locali/datitrasporto1990-2010.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] ISPRA: “*Rapporto ISPRA 135/2011* (“Produzione termoelettrica ed emissione di CO₂”)
(http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni/Fattori%20di%20emissione%20elettrica/view)
- [5] UNRAE: “*L'auto 2011*” *sintesi statistica degli anni 2002 - 2011*
(<http://www.unrae.it/studi-e-statistiche/categorie/sintesi-statistica/item/2362-sintesi-2011>)
- [6] MiSE: “*Bilancio energetico nazionale 2010*”
(http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/ben/ben_2010.pdf)
- [7] EEA: “*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009*”
(<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>)
- [8] 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>)
- [9] UNRAE: “*Immatricolazioni autovetture e fuoristrada - dicembre 2011*”
(<http://www.unrae.it/studi-e-statistiche/categorie/dati-statistici/item/2243-struttura-del-mercato-%E2%80%93-dicembre-2011>)

