

## Scheda tecnica n. 39E - Installazione di schermi termici interni per l'isolamento termico del sistema serra.

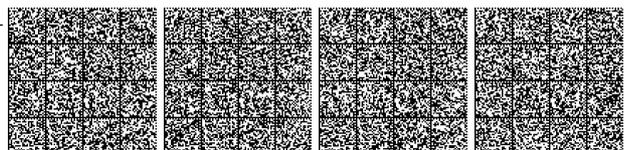
### 1. ELEMENTI PRINCIPALI

#### 1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento <sup>1</sup> :	CIV-FC) Settori residenziale, agricolo e terziario: interventi di edilizia passiva e interventi sull'involucro edilizio finalizzati alla riduzione dei fabbisogni di climatizzazione invernale ed estiva
Vita Utile <sup>2</sup> :	U= 8 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup> :	T= 30 anni
Settore di intervento:	Agricolo - serricolo
Tipo di utilizzo:	Isolamento termico serre orticole e florovivaistiche.
<b>Condizioni di applicabilità della procedura</b>	
La presente procedura si applica all'installazione di schermi termici interni per migliorare l'isolamento termico delle serre orticole e florovivaistiche.	
La procedura prende in considerazione solo i teli termici in tessuto alluminizzato, con valore della trasmittanza termica $K \leq 2,72 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ .	

#### 1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione <sup>3</sup>	Valutazione standardizzata				
Unità fisica di riferimento (UFR) <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> di telo schermante				
<b>Risparmio Specifico Lordo (RSL)</b> di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento (tep/anno/m <sup>2</sup> ) si ricava dalla tabella seguente.					
La procedura prende in considerazione le installazioni di schermi in telo alluminizzato sia in nuove realizzazioni serricole sia per interventi sulle serre esistenti.					
La tabella seguente riporta il valore dei risparmi specifici lordi in tep/anno al metro quadrato di superficie di telo per una determinata fascia climatica					
	<b>Zone climatiche (GG)</b>				
<b>RSL</b>	600 - 900	900 - 1.400	1.400 - 2.100	2.100 - 3.000	3.000 +∞
<b>tep/anno/m<sup>2</sup></b>	0,000266	0,000423	0,001293	0,002292	0,002928



Coefficiente di addizionalità <sup>2</sup> :	$a = 100\%$
Coefficiente di durabilità <sup>2</sup> :	$\tau = 2,91$
Quote dei risparmi di energia primaria [tep/a] <sup>2</sup> :	
<b>Risparmio netto contestuale (RNc)</b>	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
<b>Risparmio netto anticipato (RNa)</b>	$RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$
<b>Risparmio netto integrale (RNI)</b>	$RNI = RNc + RNa = \tau \cdot RNc$
Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento <sup>4</sup> :	
Tipo II per risparmi ottenuti da dispositivi installati in zone metanizzate.	
Tipo III per risparmi ottenuti da dispositivi installati in zone non metanizzate.	

## 2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

- UNI 6781-71 ("Istruzioni per l'impostazione generale del progetto strutturale e per il calcolo");
- D.M. 09-01-96 ("Norme tecniche... per le strutture metalliche");
- C.N.R.-UNI 10011 ("Costruzioni in acciaio").
- D.M. 14/01/08 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Norma UNI-EN 13031-1 - "Serre: calcolo e costruzione - Parte 1: serre di produzione".

## 3. DOCUMENTAZIONE DA CONSERVARE<sup>5</sup>

- Nome, indirizzo e numero telefonico di ogni cliente partecipante.
- Identificazione delle serre oggetto degli interventi.
- Descrizione del sito e della sua potenzialità produttiva.
- Descrizione dell'impianto realizzato, con uno schema semplificato e le caratteristiche tecniche dei teli termici.
- Fatture relative agli acquisti dei teli termici.
- Fatture relative agli acquisti dei componenti ad alta efficienza.

### 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, ENN 9/11.
3. Di cui all'articolo 3, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, ENN 9/11.
4. Di cui all'articolo 17, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, ENN 9/11.
5. Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 14 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, ENN 9/11.



## **Allegato alla scheda tecnica n. 39E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria**

### **Premessa**

Il settore della serraicoltura si estende oggi in Italia per circa 30.000 ettari (dati ISTAT) con risvolti economici di 2,6 miliardi di euro per il florovivaismo ed altri 2 miliardi di Euro per le coltivazioni orticole.

Considerato che la natura dei processi in gioco è strettamente legata alle condizioni microclimatiche, quali temperatura - luminosità - anidride carbonica - umidità relativa, la bolletta energetica è un aspetto rilevante del bilancio economico delle aziende serraicole. Si stima che i fabbisogni energetici per il riscaldamento di serre siano compresi tra 5-7 kg/anno/m<sup>2</sup> di combustibile per i Paesi Europei mediterranei (Italia, Grecia, Spagna) e fino ai 60 - 80 kg/anno/m<sup>2</sup> per i Paesi del nord Europa (Olanda, Germania). In Italia i dati ISTAT quantificano una superficie annuale sotto serra di 30.000 ettari per colture sia ortive sia florovivaistiche (tra serre in vetro, grandi tunnel e piccoli tunnel in materiali plastici), e si stima che il 20% delle serre siano dotate di sistemi di riscaldamento artificiale, per complessivi 6.000 ettari di colture. Assumendo il valore minimo di energia tradizionale di 5 kg/anno/m<sup>2</sup>, con un calcolo relativamente semplificato, abbiamo un consumo complessivo di energia che arriva a non meno di 300.000 Tep/anno, con un consumo elettrico di circa 10.000 Tep/anno e un' incidenza media dei consumi di energia non inferiore al 20-30 % (con punte del 50%) sui costi totali di produzione.

Per ottenere la massima attività fotosintetica ed evitare una eccessiva spesa energetica è necessario intervenire correlando i parametri climatici. E' quanto cerca di mettere in atto la moderna tecnologia, che si avvale dei materiali di copertura per creare il microclima necessario all'attività biologica della pianta.

I materiali di copertura maggiormente sperimentati ed utilizzati sono il vetro e le materie plastiche, queste ultime nelle diverse produzioni, come i film plastici (telo singolo di polietilene) o la lastra rigida (policarbonato). Le qualità dei materiali di copertura sono definite da due Norme, la **UNI EN 13206:2002** "Film termoplastici di copertura per uso in agricoltura ed orticoltura" e la **UNI 10452:1995** "Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre ed apprestamenti analoghi. Le Norme, di derivazione europea, classificano i materiali e ne definiscono i requisiti tecnici ed agronomici, con relativi metodi di prova.

Tra le soluzioni cui i coltivatori possono fare ricorso per ridurre il consumo di energia nelle coltivazioni in serra, lo "Schermo Termico" è uno strumento particolarmente efficace; la sua applicazione è in stretta relazione alle condizioni climatiche locali, in particolare a quelle invernali, poiché agisce direttamente sul fattore di dispersione più importante, costituito dal materiale di copertura, che è responsabile mediamente di oltre il 70% delle dispersioni.

### **La tecnologia**

La tipologia d'uno schermo termico varia in relazione al materiale di costruzione ed alla modalità d'esercizio richiesta dalla coltura; può essere "air-tight" e non trasparente, da mantenere chiuso durante la notte e aperto durante il giorno; oppure può essere costituito da un foglio di materiale trasparente e può essere chiuso durante la notte ed il giorno. Un buono schermo termico air-tight riduce il consumo di energia del 35% durante le ore della sua chiusura.

L'impiego di uno schermo termico, se accuratamente scelto e utilizzato, può produrre un duplice beneficio: ridurre le dispersioni termiche e regolare la luce della serra; altri effetti da considerare sono la riflessione della luce, la resistenza meccanica e la permeabilità al vapore.



Per quanto il ricorso alla schermatura sia un tecnica nota da diversi anni e sul mercato siano disponibili numerosi materiali adatti allo scopo, attualmente non è possibile presentare un quadro organico delle loro prestazioni tecniche, né dal punto di vista del risparmio energetico né a livello del comportamento agronomico delle piante, trattandosi di materiali in continua evoluzione le cui caratteristiche non sono del tutto conosciute e non essendo state ancora definite Norme tecniche di carattere nazionale e/o europeo.

Con questa Scheda Tecnica si intende promuovere la diffusione degli schermi termici più efficaci dal punto di vista del contenimento delle dispersioni termiche, ossia gli schermi che si avvalgono di un tessuto aluminizzato (*Aluminized fabric*), oggetto di ricerca e sviluppo in anni recenti, per i quali assumiamo una trasmittanza termica di 2,21 W/m<sup>2</sup> °C.

I costi di questa tecnologia oscillano tra 25-50 €/m<sup>2</sup> in relazione al materiale utilizzato, al netto dei costi d'installazione e l'IVA.

La scheda non prende in considerazione gli schermi cosiddetti "dual-purpose", il cui effetto principale è quello dell'ombreggiamento nella stagione estiva ed i risultati sul risparmio d'energia sono molto limitati.

La scheda si applica sia alle nuove realizzazioni che agli interventi di retrofit.

### Calcolo del risparmio di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento

Per la determinazione del risparmio specifico lordo attribuibile al m<sup>2</sup> di schermo termico in tessuto alluminizzato, sono state confrontate le caratteristiche di trasmissione termica di quest'ultimo con quelle degli schermi attualmente più diffusi in Italia.

Nella pratica corrente, i teli termici più utilizzati in Italia si possono ricondurre al film plastico trattato con pigmento bianco, al polietilene trasparente ed al polietilene nero, mix al quale possiamo attribuire un valore medio di trasmittanza termica di 2,72 W/m<sup>2</sup> °C.

Il risparmio di energia primaria può essere calcolato con l'espressione:

$$Q = \Delta K \cdot (T_i - T_e) \cdot h / \eta_c \cdot 10^{-3} \quad (\text{kWh/anno/m}^2)$$

dove: Q = energia primaria risparmiata kWh/(anno · m<sup>2</sup>)  
 T<sub>i</sub> = temperatura aria interna °C  
 T<sub>e</sub> = temperatura aria esterna °C  
 ΔK = coefficiente di trasmittanza termica W/(m<sup>2</sup> · °K)  
 h = ore di funzionamento dell'impianto  
 η<sub>c</sub> = rendimento medio della caldaia = 0,9

	Zone climatiche (GG)				
Risparmio	600 ÷ 900	900 ÷ 1.400	1.400 ÷ 2.100	2.100 ÷ 3.000	3.000 +∞
tep/anno/m <sup>2</sup>	0,000266	0,000423	0,001293	0,002292	0,002928

Per la suddivisione del territorio nazionale in zone climatiche si è fatto riferimento al DPR 412/93, avendo apportato le opportune correzioni al numero di ore di funzionamento dell'impianto in relazione alle esigenze del sistema serra (v. tabella seguente).



<b>N. ore anno di riscaldamento in serra</b>	Fascia	Da [GG]	A [GG]	Ore giornaliere	Data inizio	Data fine
	A	-∞	600	6	1° dicembre	15-mar
<b>320</b>	B	601	900	8	1° dicembre	31-mar
<b>480</b>	C	901	1400	10	15-nov	31-mar
<b>1200</b>	D	1401	2100	12	1° novembre	15-apr
<b>1800</b>	E	2101	3000	14	15-ott	15-apr
<b>2300</b>	F	3000	+∞	nessuna limitazione (tra le ore 5 e le ore 23 di ciascun giorno)		



## Scheda tecnica n. 40E - Installazione di impianto di riscaldamento alimentato a biomassa legnosa nel settore della serraicoltura

### 1. ELEMENTI PRINCIPALI

#### 1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento <sup>1</sup> :	CIV T) Settori residenziale, agricolo e terziario: generazione di calore/freddo per climatizzazione e produzione di acqua calda
Vita Utile <sup>2</sup> :	U= 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup> :	T= 15 anni
Settore di intervento:	Agricolo- serraicolo
Tipo di utilizzo	Riscaldamento serre orticole e florovivaistiche.
<b>Condizioni di applicabilità della procedura</b>	
La presente procedura si applica all'installazione di caldaie adibite all'alimentazione degli impianti di riscaldamento utilizzati nel settore delle serre, con i seguenti requisiti:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- efficienza di conversione non inferiore all'85%;</li> <li>- rispetto delle emissioni come previsto nella classe 5 della Norma UNI EN 303-05.</li> </ul>	
Le biomasse utilizzate possono presentarsi sotto forma di pellets, bricchette, ciocchi e cippato, con caricamento manuale o automatico.	

#### 1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione <sup>3</sup>	Valutazione standardizzata					
Unità fisica di riferimento (UFR) <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> di serra (al suolo)					
<b>Risparmio Specifico Lordo (RSL)</b> di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento (tep/anno/m <sup>2</sup> ) si ricava dalle tabelle seguenti.						
La procedura prende in considerazione le installazioni di dispositivi a biomasse sia in nuove realizzazioni serraicole sia in sostituzione di dispositivi esistenti alimentati da fonte non rinnovabile.						
Le tabelle seguenti riportano il valore dei risparmi specifici lordi in tep/anno al metro quadrato di superficie As per una determinata fascia climatica e in funzione del rapporto Ac/As, che tiene conto della geometria della serra, in cui:						
- Ac è la superficie, espressa in metri quadrati, che delimita verso l'esterno il volume della serra						
- As è la superficie, espressa in metri quadrati, del suolo coltivato						
<b>Serra con copertura in film plastico RSL (tep/anno/m<sup>2</sup>)</b>						
		Zone climatiche (GG)				
		600-900	900-1.400	1.400-2.100	2.100-3.000	3.000 - +∞
Ac/As	< 1,5	0,0052	0,0083	0,0252	0,0447	0,0463
	1,5 - 1,8	0,0069	0,0109	0,0333	0,0590	0,0611
	> 1,8	0,0079	0,0125	0,0383	0,0680	0,0704



<b>Serra con copertura in lastre di policarbonato plastico RSL (tep/anno/m<sup>2</sup>)</b>						
		Zone climatiche (GG)				
		600-900	900-1.400	1.400-2.100	2.100-3.000	3.000 - +∞
<b>Ac/As</b>	< 1,5	0,0031	0,0050	0,0151	0,0268	0,0278
	1,5 - 1,8	0,0041	0,0065	0,0200	0,0354	0,0367
	> 1,8	0,0047	0,0075	0,0230	0,0408	0,0422

<b>Serra con copertura in lastre di vetro RSL (tep/anno/m<sup>2</sup>)</b>						
		Zone climatiche (GG)				
		600-900	900-1.400	1.400-2.100	2.100-3.000	3.000 - +∞
<b>Ac/As</b>	< 1,5	0,0057	0,0091	0,0277	0,0492	0,0509
	1,5 - 1,8	0,0075	0,0120	0,0366	0,0649	0,0672
	> 1,8	0,0087	0,0138	0,0422	0,0748	0,0774

Coefficiente di addizionalità <sup>2</sup> :	$a = 100\%$
Coefficiente di durabilità <sup>2</sup> :	$\tau = 2,65$
Quote dei risparmi di energia primaria [tep/a] <sup>2</sup> :	
<b>Risparmio netto contestuale (RNc)</b>	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
<b>Risparmio netto anticipato (RN<sub>a</sub>)</b>	$RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$
<b>Risparmio netto integrale (RNI)</b>	$RNI = RNc + RN_a = \tau \cdot RNc$
Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento <sup>4</sup> :	
Tipo II per risparmi ottenuti da dispositivi installati in zone metanizzate..	
Tipo III per risparmi ottenuti da dispositivi installati in zone non metanizzate.	

## 2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

- Norma UNI EN 303-05:2010 Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale e automatica, con potenza termica nominale fino a 500 kW.
- Norma UNI EN 12809:2004 Caldaie domestiche indipendenti a combustibile solido. Potenza termica nominale non maggiore di 50 kW. Requisiti e metodi di prova.
- Norma UNI 10683:2005 Generatori di calore alimentati a legna o da altri biocombustibili solidi. Requisiti di installazione.

Per le biomasse utilizzate è richiesta la conformità alle classi di qualità previste dalle Norme UNI, in particolare:

- pellets: classi A1/A2 della Norma UNI EN 14961-2;
- bricchette: classi A1/A2 e B della Norma UNI EN 14961-3;
- cippato: classi A1/A2 e B della Norma UNI EN 14961-4;
- ciocchi: classi A1/A2 e B della Norma UNI EN 14961-5.



### 3. DOCUMENTAZIONE DA CONSERVARE<sup>5</sup>

- Identificazione delle serre oggetto degli interventi
- Descrizione del sito e della sua potenzialità produttiva
- Descrizione dell'impianto realizzato, con uno schema semplificato e le caratteristiche tecniche delle apparecchiature installate.
- Fatture relative agli acquisti degli impianti
- Evidenza della provenienza della biomassa:
- Fattura d'acquisto con dichiarazione di conformità alla Norma relativa,
- Indicazione del fascicolo aziendale per la produzione propria.

---

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, ENN 9/11.
3. Di cui all'articolo 3, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, ENN 9/11.
4. Di cui all'articolo 17, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, ENN 9/11.
5. Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 14 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, ENN 9/11.



## **Allegato alla scheda tecnica n. 40E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria**

### **Premessa**

La biomassa, se utilizzata in modo sostenibile nelle varie fasi del suo ciclo di vita (accrescimento, raccolta, conferimento e conversione energetica), rappresenta una fonte di energia rinnovabile e disponibile localmente e il suo impiego può consentire la produzione di energia termica ed elettrica, limitando le emissioni complessive di CO<sub>2</sub>.

In questa scheda tecnica viene proposto l'utilizzo di biomasse in apparecchi per uso termico basati su processi di combustione diretta, preposti all'alimentazione degli impianti termici utilizzati nel settore della serraicoltura.

Le biomasse combustibili si trovano in commercio generalmente sotto forma di ciocchi o tronchetti di legno, bricchette, cippato di legna e pellet. La classificazione qualitativa dei combustibili solidi è riportata nella specifica tecnica UNI/TS 11264 "Caratterizzazione di legna da ardere, bricchette e cippato".

Non sono prese in considerazione le biomasse alternative al legno (mais, sansa, gusci, ecc.) il cui utilizzo comporta dei problemi non completamente risolti riguardo alla fenomenologia della combustione e la formazione di inquinanti, ma è tuttavia stimolato dal basso costo o dall'auto approvvigionamento del combustibile.

### **Potenziale di sviluppo e barriere alla diffusione**

La produzione di energia termica da biomassa, per la climatizzazione delle serre in Italia non ha ancora larga diffusione, a differenza del settore domestico, dove negli ultimi dieci anni si è registrato quasi un raddoppio del numero degli apparecchi installati. In Italia si ha un buon potenziale di biomassa, disponibile da residui della lavorazione del legno, residui agroindustriali e da filiere boschive che permetterebbero uno sviluppo notevole del settore; trattandosi, comunque, di una risorsa non illimitata, il cui costo in qualche modo si ricollega al prezzo dei combustibili fossili, il suo utilizzo economicamente sostenibile richiede applicazioni basate sulla massima efficienza di filiera, dalle fasi di coltivazione, alla raccolta e trasporto della biomassa, al rendimento degli impianti e la gestione delle utenze.

Si stima che i fabbisogni energetici per il riscaldamento di serre siano compresi tra 5 ÷ 7 kg/m<sup>2</sup>/anno di combustibile per i Paesi Europei mediterranei (Italia, Grecia, Spagna) e fino ai 60 ÷ 80 kg/m<sup>2</sup>/anno per i Paesi del nord Europa (Olanda, Germania). In Italia i dati ISTAT quantificano una superficie annuale sotto serra di 30.000 ettari per colture sia ortive sia florovivaistiche (tra serre in vetro, grandi tunnel e piccoli tunnel in materiali plastici), e si stima che il 20% delle serre siano dotate di sistemi di riscaldamento artificiale, per complessivi 6.000 ettari di colture. Assumendo il valore minimo di energia tradizionale di 5 kg/m<sup>2</sup>/anno, con un calcolo relativamente semplificato, abbiamo un consumo complessivo di energia che arriva a non meno di 300.000 tep/anno, con un consumo elettrico di circa 10.000 tep/anno e un'incidenza media dei consumi di energia non inferiore al 20÷30 % (con punte del 50%) sui costi totali di produzione.

Le principali barriere alla diffusione della biomassa sono legate alla logistica della movimentazione del combustibile e dal mercato che comincia solo da poco ad uscire dalla predominanza dell'autofornitura, ed è ancora instabile.



## La tecnologia

Per l'utilizzo di biomassa legnosa (in ciocchi, bricchette, cippato e pellet) nel settore delle serre, vi è oggi una larga disponibilità di caldaie; esse coprono un ampio range di potenza, da poche decine ad alcune centinaia di chilowatt e presentano un elevato sviluppo tecnologico, che con le moderne caldaie a fiamma inversa raggiunge il 90% di rendimento.

La tecnologia dei generatori di calore a biomassa è in forte evoluzione su tutti gli aspetti della regolazione (accumuli, elettronica di controllo) e della riduzione della formazione di incombusti e di particolato (aria secondaria, fiamma rovescia, sonda ad ossigeno).

Questa scheda tecnica prende in considerazione i fabbisogni di energia termica richiesti dalle serre a struttura portante tradizionali, in legno o in metallo, caratterizzate da un coefficiente globale di dispersione termica riportato in tabella 1.

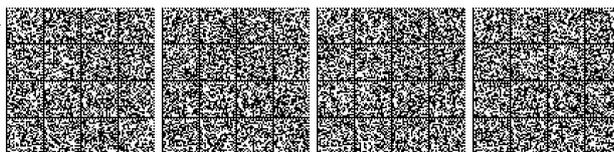
STRUTTURA SERRA	Coefficiente globale di dispersione termica $W/(m^2 \cdot ^\circ K)$
Telo singolo	8
Policarbonato	4,8
Vetro	8,8

Tabella 1

Il riscaldamento di serre con superfici fino a 1000 m<sup>2</sup> richiede l'impiego di caldaie a griglia fissa con potenze nominali non superiori a 100 kW, mentre per superfici di serre superiori si impiegano caldaie fino a 400 ÷ 500 kW di potenza munite di griglia mobile (di solito alimentate con cippato di biomasse legnose). Per impianti serricoli di 1000 m<sup>2</sup> ed impieghi non inferiori alle 2000 ore annuali di riscaldamento sono richiesti consumi di biomassa fino a 150 t/anno.

Il costo delle caldaie varia notevolmente, anche in relazione al livello tecnologico della caldaia stessa. Il costo di una caldaia moderna a legna/cippato/pellets risulta sui 100 Euro per ogni kW di potenza. In generale, si possono considerare costi specifici dell'ordine di 400 ÷ 500 €/kW per i sistemi di minore potenza (fino a circa 80 ÷ 100 kW) e dell'ordine di 200 ÷ 300 €/kW per le caldaie di maggiore potenza (oltre 100 kW). A questo costo (corpo caldaia) è da aggiungere quello degli altri dispositivi che compongono l'impianto: sistema di caricamento, accumulatore, sistema di regolazione e di sicurezza, montaggio; in pratica, il costo complessivo (escluse le opere edili) è circa il doppio di quello sopra riportato.

Una caldaia a legna da 25 kW (impiegabile per una serra di 250 - 500 m<sup>2</sup>) consuma circa 8 - 10 kg/h di legna, ovvero circa 80 ÷ 100 kg/giorno per 10 di funzionamento. Volendo prevedere una autonomia di 1 mese, sono necessari circa 30 quintali di legna che occupano un volume di circa 7,5 m<sup>3</sup>, considerando un volume specifico medio di 400 kg/m<sup>3</sup>. Invece, una caldaia da 250 kW, alimentata con un cippato caratterizzato da un potere calorifico di 12 ÷ 14 MJ/kg, consuma circa 80÷100 kg/h di cippato e quindi per una autonomia di circa 1 mese, con un funzionamento giornaliero di circa 10 ore, richiede un serbatoio di accumulo della capacità di circa 25.000 ÷ 30.000 kg, corrispondenti ad un volume di circa 100-120 m<sup>3</sup>, considerando un volume specifico medio di 250 kg/m<sup>3</sup>. Sotto l'aspetto dei poteri calorifici, da 1 kg di legna essiccata naturalmente si estrae una quantità di energia pari a 3.800÷4.300 kcal/kgss (95% del PCI), mentre da 1 kg di legna essiccata artificialmente, l'energia estraibile risulta di 3.200 ÷3.700 kcal/kgss (80% del PCI).



### Calcolo del risparmio di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento (metro quadrato di serra)

Il risparmio di energia primaria è valutato in relazione al consumo evitato di combustibile fossile, ed è considerato addizionale al 100%. Nel settore serricolo il combustibile di riferimento è il gasolio, pertanto i titoli riconosciuti sono di tipo III.

Per la suddivisione del territorio nazionale in zone climatiche si è fatto riferimento al DPR 412/93, avendo apportato le opportune correzioni al numero di ore di funzionamento dell'impianto in relazione alle esigenze del sistema serra.

N. ore anno di riscaldamento in serra	Fascia	Da [GG]	A [GG]	Ore giornaliera	Data inizio	Data fine
		A	-∞	600	6	1° dicembre
<b>320</b>	B	601	900	8	1° dicembre	31-mar
<b>480</b>	C	901	1400	10	15-nov	31-mar
<b>1200</b>	D	1401	2100	12	1° novembre	15-apr
<b>1800</b>	E	2101	3000	14	15-ott	15-apr
<b>2300</b>	F	3000	+∞	nessuna limitazione (tra le ore 5 e le ore 23 di ciascun giorno)		

L'unità di riferimento è il metro quadrato di serra riscaldata ed il fabbisogno energetico è individuato in funzione del parametro  $A_c/A_s$  tra la superficie di copertura e la superficie al suolo della serra.

Assumendo un rendimento di impianto pari a 0,9 il fabbisogno di energia può essere calcolato con l'espressione:

$$Q = (A_c/A_s) \cdot U \cdot (T_i - T_e) \cdot h / \eta_c \cdot 10^{-3} \quad (\text{kWh/anno/m}^2)$$

dove:  $Q$  = energia primaria necessaria per il riscaldamento (kWh/anno/m<sup>2</sup>)

$A_c$  = superficie della copertura trasparente (m<sup>2</sup>)

$A_s$  = superficie coperta della serra (m<sup>2</sup>)

$T_i$  = temperatura aria interna (°C)

$T_e$  = temperatura aria esterna (°C)

$U$  = coefficiente globale di dispersione termica (W/m<sup>2</sup> °K)

$h$  = ore di funzionamento dell'impianto

$\eta_c$  = rendimento medio della caldaia = 0,9

Per le serre tradizionali scelte come baseline di riferimento, si hanno i risparmi riportati nelle tabelle che seguono.

Serra con copertura in film plastico (tep/anno/m <sup>2</sup> )						
		Zone climatiche (GG)				
		600-900	900-1.400	1.400-2.100	2.100-3.000	3.000 - +∞
Ac/As	< 1,5	0,0052	0,0083	0,0252	0,0447	0,0463
	1,5 - 1,8	0,0069	0,0109	0,0333	0,0590	0,0611
	> 1,8	0,0079	0,0125	0,0383	0,0680	0,0704



Serra con copertura in lastre di policarbonato plastico ( tep/anno/m <sup>2</sup> )						
		Zone climatiche (GG)				
		600-900	900-1.400	1.400-2.100	2.100-3.000	3.000 - +∞
<b>Ac/As</b>	< 1,5	0,0031	0,0050	0,0151	0,0268	0,0278
	1,5 - 1,8	0,0041	0,0065	0,0200	0,0354	0,0367
	> 1,8	0,0047	0,0075	0,0230	0,0408	0,0422

Serra con copertura in lastre di vetro (tep/anno/m <sup>2</sup> )						
		Zone climatiche (GG)				
		600-900	900-1.400	1.400-2.100	2.100-3.000	3.000 - +∞
<b>Ac/As</b>	< 1,5	0,0057	0,0091	0,0277	0,0492	0,0509
	1,5 - 1,8	0,0075	0,0120	0,0366	0,0649	0,0672
	> 1,8	0,0087	0,0138	0,0422	0,0748	0,0774



## Scheda tecnica n. 41E - Utilizzo di biometano (BM) nei trasporti pubblici in sostituzione del metano (GN)

### 1. ELEMENTI PRINCIPALI

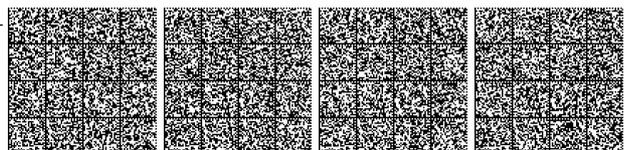
#### 1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento <sup>1</sup> :	TRASP) Sistemi di trasporto: efficientamento energetico dei veicoli
Vita Utile <sup>2</sup>	U = 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup>	T = 10 anni
Settore di intervento:	Trasporti pubblici (gestiti da aziende pubbliche o private)
Tipo di utilizzo:	Trasporto passeggeri

**Condizioni di applicabilità della procedura**  
La scheda è applicabile a tutto il biometano per autotrazione acquistato dall'azienda dei trasporti, purché venga prodotto da biomasse consentite dalla legge ed usato esclusivamente per autotrazione.

#### 1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione <sup>3</sup> :	Valutazione analitica											
Coefficiente di addizionalità <sup>2</sup>	$a = 100\%$											
<b>Risparmio Lordo (RL)</b> di energia primaria conseguibile:												
$RL = C_{a\_At} \cdot (1 + f_{distrib} + f_{compr}) \cdot f_{tep/GN} \quad (tep)$												
con: $C_{a\_At}$ consumo di biometano dell'Azienda dei trasporti da ricavare dalle fatture di acquisto del biometano nel periodo di riferimento (t)												
<b>Risparmio Netto (RN):</b>												
$RN = RL - E_{prod\_BM} \quad (tep)$												
con: $E_{prod\_BM} = C_{a\_At} \cdot f_{prod-xxx-BM} \cdot (1 + f_{distrib} + f_{compr}) \cdot f_{tep/GN}$ energia spesa per la produzione del quantitativo $C_{a\_AT}$ di BM nel periodo di riferimento (tep)												
Rimandando al paragrafo 4. per la simbologia, si ha:												
<table border="1"> <tr> <td><math>f_{tep/GN}</math></td> <td>1,155</td> <td>tep/t<sub>GN</sub></td> </tr> <tr> <td><math>1 + f_{distrib} + f_{compr}</math></td> <td>1,07</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>f_{prod-xxx-BM}</math></td> <td><math>f_{prod-letame-BM}</math></td> <td>0,877 %</td> </tr> <tr> <td><math>f_{prod-rifiuti-BM}</math></td> <td>0,810 %</td> </tr> </table>		$f_{tep/GN}$	1,155	tep/t <sub>GN</sub>	$1 + f_{distrib} + f_{compr}$	1,07	%	$f_{prod-xxx-BM}$	$f_{prod-letame-BM}$	0,877 %	$f_{prod-rifiuti-BM}$	0,810 %
$f_{tep/GN}$	1,155	tep/t <sub>GN</sub>										
$1 + f_{distrib} + f_{compr}$	1,07	%										
$f_{prod-xxx-BM}$	$f_{prod-letame-BM}$	0,877 %										
	$f_{prod-rifiuti-BM}$	0,810 %										
Coefficiente di durabilità <sup>2</sup>	$\tau = 1,87$											
Quote dei risparmi di energia primaria [tep] <sup>2</sup> :												
<b>Risparmio netto contestuale (RNc)</b>	$RNc = RN$											
<b>Risparmio netto anticipato (RNa)</b>	$RNa = (\tau - 1) \cdot RN$											
<b>Risparmio netto integrale (RNI)</b>	$RNI = RNc + RNa = \tau \cdot RN$											
Tipo di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento <sup>4</sup>	Tipo II											



## 2. DOCUMENTAZIONE DA TRASMETTERE

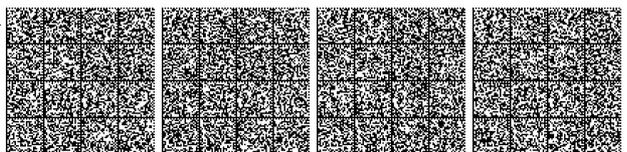
- Nome, indirizzo e recapito telefonico della ditta fornitrice del biometano (BM).
- Bilancio annuale della società che richiede l'incentivo, contenente nelle spese la voce del BM. La voce metano per autotrazione deve essere quindi separata in: gas naturale e BM.
- Fatture di acquisto di BM contenente il suo quantitativo e il tipo di biomasse da cui deriva (es. Biometano da rifiuti urbani)
- Valido documento da cui risulti il numero di autobus a metano in circolazione nell'anno in cui l'incentivo viene richiesto (es. estratto da carta dei servizi, oppure Bollo di circolazione degli autobus a metano)

## 3. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE DA CONSERVARE<sup>5</sup>

- Qualora l'azienda dei trasporti riceve il BM da una società di distribuzione che a sua volta lo acquista da una società di produzione, si richiede alla società di distribuzione, una dichiarazione che attesti la società di provenienza del quantitativo di BM consegnato
- La ditta produttrice di BM deve rilasciare certificazione indicante il tipo di biomasse usate per la sua produzione. Deve inoltre dichiarare che questa produzione avviene nel rispetto del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 marzo 2002, così come modificato e integrato dal Decreto Legislativo n. 152/06 e s.m.i.

## 4. SIMBOLOGIA

RL	Risparmio lordo: Rappresenta l'energia primaria corrispondente al quantitativo $C_{a\_AT}$ di metano di natura fossile (si è preso a riferimento il GN russo). (tep)
$E_{prod\_BM}$	Energia primaria spesa per produrre il quantitativo $C_{a\_AT}$ di BM: (tep)
$C_{a\_At}$	Consumo di BM dell'Azienda dei trasporti: [t]
$f_{distrib}$	pari a: 0,01. Fattore di distribuzione. Costi energetici, per unità di energia primaria, della distribuzione finale (pag. 8 di [2])
$f_{compr}$	pari a: 0,06. Fattore di compressione. Costi energetici, per unità di energia primaria, della compressione finale (pag. 8 di [2])
$f_{tep/GN}$	pari a: 1,155 [tep/t <sub>GN</sub> ]. Fattore di conversione da tonnellate di metano (GN russo) a energia primaria in tep. (pag. 8 e 11 di [1]).
$f_{prod\_xxx-BM}$	= $f_{prod\_letame-BM}$ se estratto da letame; = $f_{prod\_rif.urb-BM}$ se estratto da rifiuti solidi
$f_{prod\_letame-BM}$	pari a: 0,8772. Fattore di produzione da letame (solido o liquido) a BM. Rapporto tra energia spesa per la produzione ed energia prodotta. (pag. 47 di [1])
$f_{prod\_rif.urb-BM}$	pari a: 0,8102. Fattore di produzione da rifiuti urbani a BM. Rapporto tra energia spesa per la produzione ed energia prodotta. (pag. 47 di [1])



## 5. RIFERIMENTI

- [1] WWT App 1 030506.doc (81 pag.) – ottenibile su: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads>  
[2] WTT App 2 v30 181108.doc (51 pag) – ottenibile su: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-ec/downloads>

---

### 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 della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
4. Di cui all'articolo 17 della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
5. Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.



## Allegato alla scheda tecnica n. 41E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

### Premessa

L'interesse del documento è quello di incentivare il consumo di Biometano (BM) per Autotrazione, estratto dal biogas. Il biogas prodotto, contiene percentuali in volume da 50-75% di metano che vanno estratte con onerosi processi di upgrading e purificazione per essere così utilizzato come BM o per usi domestici.

L'incentivo qui previsto è finalizzato al consumo di BM in particolare nel settore del trasporto pubblico locale (TPL).

Nel passato più recente questo settore, era prevalentemente rappresentato da veicoli a gasolio. A causa dell'inquinamento, molte grandi città hanno affrontato il problema ricorrendo a veicoli meno inquinanti come quelli a metano ed elettrici. A seguito del processo di diversificazione dei veicoli, quello diesel rimane ad oggi ancora abbastanza diffuso. La sua diffusione è stata determinata dal fatto che per realizzare una linea urbana di trasporto con mezzi diesel non c'è un grande impatto urbanistico e richiede anche un modesto investimento iniziale. Inoltre è stata favorita anche dai costi di esercizio relativamente bassi.

Dalla tab. 1 si può avere un'idea dell'attuale composizione del parco veicolare su gomma per alcune grandi città italiane. Nella tabella, oltre al numero di veicolo per le diverse motorizzazioni, sono riportati i km mediamente percorsi da ogni veicolo, in più nelle ultime 2 colonne sono riportati i consumi in peso del metano. Nella penultima colonna sono riportati i consumi annui di metano sostenuti dall'azienda municipale, mentre nell'ultima colonna è riportato il consumo annuo medio a veicolo.

Tab. 1 – Distribuzione, per motorizzazione, del parco veicolare su gomma, con km medi percorsi per veicolo e consumi di metano. I dati si riferiscono all'anno 2009 [1].

Città	Abitanti <sup>(1)</sup>	VEICOLI				Percorenza media a veicolo [km/veic]	Consumo metano [t]	
		Gasolio	Metano	Eletr	Totali		totale	a veicolo
Roma <sup>(2)</sup>	2.756.502	2.192	400	80	2.672	50.636	10.370 <sup>(4)</sup>	25,9 <sup>(4)</sup>
Milano	1.314.158	1.448	-	148	1.596	50.068	-	-
Napoli	960.964	769	70	97	936	-	1.400 <sup>(5)</sup>	-
Torino	906.672	845	285	23	1.153	-	7.955	27,9
Bologna	380.016	985	206	60	1.251	37.970	4.005 <sup>(4)</sup>	19,4 <sup>(4)</sup>
Firenze <sup>(3)</sup>	370.657	273	144	26	443	44.530	3.493	24,2
Verona	264.164	120	63	0	183	-	1.260 <sup>(5)</sup>	-
Trieste	205.593	272	0	0	272	-	0	-
Modena <sup>(2)</sup>	184.241	408	27	28	463	36.740	508 <sup>(4)</sup>	18,8 <sup>(4)</sup>
SITA <sup>(6)</sup>	-	994	314		1.308	51.050	8.207 <sup>(4)</sup>	26,1 <sup>(4)</sup>
<b>TOTALE</b>		<b>8.306</b>	<b>1.509</b>	<b>462</b>	<b>10.277</b>		<b>37.198</b>	

(1) Dati ISTAT al 31.8.2010. Bilancio demografico mensile.

(2) Consumi e km percorsi sono relativi all'anno 2008

(3) Consumi e km percorsi sono relativi all'anno 2006

(4) Stime calcolate dai km mediamente percorsi dall'intero parco veicolare.

(5) Stime calcolate assegnando un consumo di metano di 20 t a ciascun veicolo con questa motorizzazione

(6) Società che gestisce il TPL di alcuni comuni di media grandezza.



Come risulta dalla tabella, il TPL mediante a rimane ancora consistente.

Dalla tabella risulta che gli autobus a metano in circolazione nei comuni considerati sono circa 1500 mentre, da altra fonte [2] risulta che in totale in Italia circolano 2900 autobus a metano.

L'incentivo di questo certificato è finalizzato a condizionare il mercato del trasporto in 2 punti:

1. Fare in modo che il gas naturale (metano) usato nel TPL sia totalmente prodotto da fonti rinnovabili.
2. Sollecitare ulteriormente la migrazione da alimentazione a gasolio verso quella a metano. Questa migrazione, già in atto, per ridurre l'inquinamento cittadino, può essere ulteriormente incrementata dall'introduzione di questo incentivo.

### **Campo di applicazione**

Il campo di applicazione preso in considerazione è la quota di trasporto pubblico, che nelle grandi città utilizza autobus a metano.

È interessato il parco autobus a metano già in circolazione. L'incentivo sarà calcolato in base al quantitativo di BM consumato che proviene da *accertata* fonte totalmente rinnovabile. Quindi questo consumo va a sostituirsi al metano proveniente da fonte fossile.

### **Produzione biogas, BM e incentivi.**

Attualmente in Italia non esiste una produzione di BM, pur essendo i terzi produttori europei di biogas. La produzione Italiana di biogas nel 2006 è stata comunque di soli 353,8 tep [3] (di cui 310,8 proveniente dalle discariche), mentre in Germania, 1° produttore europeo, la produzione è stata di 2000 tep.

Questi valori sono decisamente modesti se si considera che la produzione potenziale di biogas, in Italia, può arrivare a  $1,134 \cdot 10^6$  tep [4], di gran lunga superiore alle 37.198 t di GN (~ 45.500 tep) necessari per far circolare gli autobus a metano considerati in tab. 1.

Nel caso che in un prossimo futuro la produzione di biogas salga avvicinandosi al quantitativo potenziale previsto, il discorso incentivo è determinante per far sì che il biogas prodotto possa essere indirizzato alla produzione di BM oltre (o al posto) della produzione di energia elettrica.

Il BM non viene prodotto perché non ha incentivi alla produzione. Diversamente il biogas utilizzato per la produzione di energia elettrica riceve incentivi di tutto rispetto.

In parlamento è in discussione una norma di incentivazione del BM, contenuta nello schema di D.Lgs. recante attuazione della direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (pag.17 di [5]).

In Italia gli incentivi, per unità di energia prodotta, previsti sul biogas arrivano a 28 €cent per kWh prodotto, e sono tra i più alti d'Europa; tendenzialmente doppi rispetto alle altre nazioni della comunità (Tab. 5 di [5]).

Il BM in Europa viene attualmente prodotto e usato in Svizzera, Svezia, Austria e Germania.

Poiché in questi paesi l'incentivo sul biogas è minore rispetto a quello italiano, lascia intravedere un riadeguamento dei nostri incentivi sul biogas. Inoltre l'introduzione di un incentivo sulla produzione di BM potrebbe certamente favorire una sua diffusione.

L'incentivo di 100 € a tep risparmiato, offerto dai certificati bianchi, tenendo conto del coefficiente  $\tau$ , si tradurrebbe in pratica ad uno sconto alla pompa sul prezzo del BM di ~2,8 o 4,1 €cent/kg se proviene rispettivamente da letame o da rifiuti urbani. L'entità di quest'incentivo può essere ritenuta adeguata se il prezzo alla pompa del BM, risulta non superiore a quello del metano, che a settembre 2012 è di ~1,050 €/kg.

Si può stimare quindi che un veicolo usato nei TPL che utilizzi esclusivamente BM può maturare un incentivo tra i 750 e i 1100 € all'anno, in funzione delle biomasse usate e dei consumi realizzati.



La durata dell'incentivo è di 5 anni. Si fa presente che l'incentivo si applica, non sul singolo veicolo, ma sul consumo annuo di BM dell'azienda dei trasporti pubblici. Pertanto rientrano nell'incentivo anche i consumi dei veicoli a metano che saranno acquistati durante il periodo di incentivazione.

L'entità di questo incentivo è adeguato come incentivo alla domanda (consumi finali) se ci sarà però anche un incentivo alla produzione sul BM affinché possa essere immesso sul mercato allo stesso prezzo del metano.

Attualmente il biogas usufruisce di incentivi solo se trasformato in energia elettrica. In tal caso l'incentivo (alla produzione) arriva anche a 0,28 € per 1 kWh prodotto (Tab.5 di [5]) e risulta di gran lunga più rilevante rispetto all'incentivo al consumo di 2,8 – 4,1 €cent/kg.

Per poter confrontare i 2 incentivi, in via approssimativa, basta considerare che per produrre 1 kg di BM, occorre disporre di quasi 2 kg di biogas.

Se con questa massa di biogas, si produce elettricità, si ricavano circa 5-6 kWh, che danno diritto ad un incentivo alla produzione di 1,4÷1,64 €, mentre se si produce 1 kg di BM non si hanno incentivi alla produzione e, come visto, l'incentivo al consumo darà diritto solo a 2,8÷4,1 centesimi di €.

In sintesi riportando i dati precedenti ad 1 kg di biogas si ha che se viene usato per produrre elettricità si usufruisce di 0,7÷0,82 €, mentre se viene consumato come BM, con il presente certificato, si usufruisce di 0,028÷0,041 €.

Il calcolo anche se approssimato serve solo per avere una valutazione sommaria sull'entità dei 2 incentivi.

### Stima risparmi attesi

Attualmente in assenza di produzione e consumo di BM è difficile stimare quanto potrà essere il risparmio in tep di metano.

Dalle realtà dei TPL comunali, rappresentate in tabella 2, si vede che il consumo totale di metano risulta pari a 37.200 t, corrispondenti a 45.500 tep.

Se a seguito dei futuri incentivi alla produzione del BM, l'attuale produzione di 350 tep/anno di biogas, fosse interamente dirottata alla trasformazione in BM, piuttosto che in energia elettrica, fornirebbe ~175 t di BM. Una quantità trascurabile rispetto agli attuali consumi di metano perché alimenterebbe appena 7 autobus.

In particolare questo quantitativo non coprirebbe neanche l'1% necessario per alimentare i mezzi di trasporto a metano delle municipalizzate.

Se in Italia ci fosse una produzione di BM tale da sostituire completamente i consumi delle 37.200 t di metano, calcolati in Tab. 1, la nostra produzione di energia rinnovabile, pur essendo rivolta a soli 1.500 veicoli, aumenterebbe di circa 0,4 % sul totale della produzione italiana.

Si fa presente che una eventuale elevata produzione di BM sarebbe facilmente smaltita perché diversamente dagli altri paesi europei, in Italia c'è già un buon consumo di metano per autotrazione, dovuto ad un elevata diffusione di veicoli privati a metano [2].

### Determinazione del risparmio annuo di energia primaria

La scheda del certificato bianco da emettere, finalizzato alla sostituzione di metano di origine fossile con BM, può essere proposta secondo 2 diversi metodi. Il primo metodo è basato sul consumo annuo del veicolo  $C_{a,v}$ , il secondo è basato sul consumo annuo, in metano, dell'Azienda Trasporti:  $C_{a,AT}$ .

Il secondo metodo sembra più idoneo perché il certificato è rivolto alla sostituzione di un combustibile fossile con un bio-combustibile e non riguarda direttamente la sostituzione di un veicolo con un altro. Inoltre, nell'arco dell'anno, i veicoli potrebbero essere alimentati parzialmente



a gas naturale (fossile) e parzialmente a biometano, in quanto quest'ultimo può avere una disponibilità limitata.

### Relazione per il calcolo del risparmio di energia primaria in tep

Le relazioni per calcolo dell'energia primaria risparmiata si basano sul quantitativo annuo di BM che l'azienda dei trasporti consumerà:  $C_{a\_AT}$ . Questo valore può essere facilmente determinato conoscendo il quantitativo di BM che l'azienda ha acquistato.

L'acquisto di BM può essere fatto direttamente al produttore o indirettamente sulla rete di distribuzione.

Pertanto noto  $C_{a\_AT}$ , il Risparmio Netto RN di energia primaria, dato dalla sostituzione di metano con BM, è dato dalla differenza di 2 termini.

Il primo termine, che sarà chiamato Risparmio Lordo RL, rappresenta l'energia primaria (in tep) per ottenere il quantitativo  $C_{a\_AT}$  di metano di natura fossile.

Il secondo termine che sarà chiamato Energia di Produzione del BM:  $E_{prod\_BM}$ ; rappresenta l'energia spesa (in tep) per produrre il quantitativo  $C_{a\_AT}$  di BM.

Il risparmio netto sarà dato dalla seguente differenza:

$$RN = RL - E_{prod\_BM} \quad [tep]$$

Con:

*Risparmio Lordo (RL):*

$$RL = C_{a\_At} \cdot (1 + f_{distrib} + f_{compr}) \cdot f_{tep/GN} \quad [tep]$$

*Energia spesa, in tep, per la produzione del quantitativo  $C_{a\_AT}$  di BM ( $E_{prod\_BM}$ ):*

da: letame liquido/solido

$$E_{prod\_BM} = C_{a\_At} \cdot f_{pro\_letame/BM} \cdot (1 + f_{distrib} + f_{compr}) \cdot f_{tep/GN} \quad [tep]$$

da: rifiuti urbani

$$E_{prod\_BM} = C_{a\_At} \cdot f_{prod\_rif.urb/BM} \cdot (1 + f_{distrib} + f_{compr}) \cdot f_{tep/GN} \quad [tep]$$

*RL* Risparmio lordo: [t]. Rappresenta l'energia primaria necessaria per ottenere il quantitativo  $C_{a\_AT}$  di metano di natura fossile (si è preso a riferimento il GN russo).

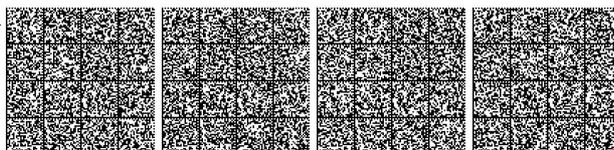
*$E_{prod\_BM}$*  Energia primaria spesa per produrre il quantitativo  $C_{a\_AT}$  di BM: [t].

*$C_{a\_At}$*  Consumo annuo di BM dell'Azienda dei trasporti: [t]

*$F_{distrib}$*  pari a: 0,01. Fattore di distribuzione. Costi energetici, per unità di energia primaria, della distribuzione finale (pag. 8 di [7])

*$F_{compr}$*  pari a: 0,06. Fattore di compressione. Costi energetici, per unità di energia primaria, della compressione finale (pag. 8 di [7])

*$f_{tep/GN}$*  pari a: 1,155 [tep/t<sub>GN</sub>]. Fattore di conversione da tonnellate di metano (GN russo) a energia primaria in tep. (pag. 8 e 11 di [6]).



$f_{prod\_letame/BM}$  pari a: 0,8772. Fattore di produzione da letame (solido o liquido) a BM. Rapporto tra energia spesa per la produzione ed energia prodotta. (pag. 47 di [6] o pag. 156 di [8])

$f_{prod\_rif.urb/BM}$  pari a: 0,8102. Fattore di produzione da rifiuti urbani a BM. Rapporto tra energia spesa per la produzione ed energia prodotta. (pag. 47 di [6] o pag. 156 di [8])

### Esempio di calcolo dei tep risparmiati

Si suppone che l'azienda comunale dei trasporti di Roma durante l'anno acquista 10.000 t di metano per autotrazione, da cui risulta, da certificazione prodotta, che 1.000 t sono di BM. Pertanto il risparmio netto, in energia primaria, derivante dal BM usato, si calcola nel seguente modo:

Consumo annuo di BM dell'Azienda dei trasporti:

$$C_{a\_At} = 1000 \text{ [t]}$$

Risparmio Lordo in tep (RL) di energia fossile:

$$RL = C_{a\_At} \cdot (1 + f_{distrib} + f_{compr}) \cdot f_{tep/GN} = 1000 \cdot (1 + 0,01 + 0,06) \cdot 1,155 = 1236 \text{ tep}$$

Energia spesa, in tep, per la produzione di BM da rifiuti ( $E_{prod\_BM}$ ):

se prodotto da rifiuti urbani

$$E_{prod\_BM} = C_{a\_At} \cdot f_{prod\_rif.urb/BM} \cdot (1 + f_{distrib} + f_{compr}) \cdot f_{tep/GN} = 1000 \cdot 0,8102 \cdot (1,07) \cdot 1,155 = 1001 \text{ tep}$$

se prodotto da letame

$$E_{prod\_BM} = C_{a\_At} \cdot f_{prod\_letame/BM} \cdot (1 + f_{distrib} + f_{compr}) \cdot f_{tep/GN} = 1000 \cdot 0,8772 \cdot (1,07) \cdot 1,155 = 1084 \text{ tep}$$

Risparmio netto:

$$\text{Se prodotto da rifiuti urbani: } RN = RL - E_{prod\_BM} = 1236 - 1001 = 235 \text{ [tep]}$$

$$\text{Se prodotto da letame: } RN = RL - E_{prod\_BM} = 1236 - 1084 = 152 \text{ [tep]}$$

### **Nota**

E' fondamentale verificare, nel pagamento annuale dell'incentivo, che la produzione di BM, sia derivante da scarti agricoli/urbani e non prodotti agricoli primari (cereali, insilato di mais, ecc.). Le spese energetiche per la compressione del BM da immettere in rete, in assenza di dati, sono state prese uguali a quelle del metano. Essendo gli impianti di produzione di BM di modeste dimensioni forse potrebbero dar luogo a spese energetiche di compressione leggermente più elevate.



**RIFERIMENTI**

- [1] Internet: Carta dei servizi dell'azienda TPL del comune considerato.
- [2] *Libro bianco sul metano per autotrazione.* Veronica Carletti, Vincenzo Conte, Ermanno Molinari. Camera dei deputati, Sala della Mercede. Roma 30 settembre 2009
- [3] <http://www.rinnovabili.it/biogas-italia-terza-in-europa>
- [4] *The state of biogas in Italy potential, targets and strategies in the nREAP framework.* Transnational forum on biogas. – N. Colonna, V. Pignatelli, V. Alfano. - Varsaw 2001.
- [5] *Purificazione e upgrading da biogas a biometano.* – ASSOPIAVE – Feb. 2010.  
Ed. Papergraf Spa
- [6] WTT App 1 030506.doc (81 pag) – ottenibile su: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads>
- [7] WTT App 2 v30 181108.doc (51 pag) – ottenibile su: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads>
- [8] *Biofuels Versus Diesel and Gasoline in the JEC-WTW report version 2c*, ISBN 978-92-79-10330-8, ISSN 1018-559, European Communities, 2008 – ottenibile su: [http://re.jrc.ec.europa.eu/biof/pdf/documents/biofuels\\_wtw\\_extract.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/biof/pdf/documents/biofuels_wtw_extract.pdf)



## ALLEGATO

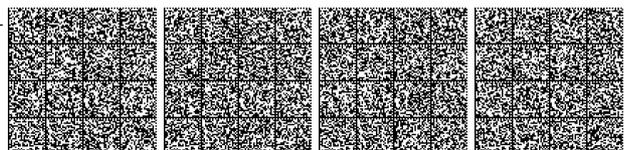
## CONTENUTO DEI RIFERIMENTI

**RIFERIMENTO [2]**

- [2] *Libro bianco sul metano per autotrazione.* Veronica Carletti, Vincenzo Conte, Ermanno Molinari. Camera dei deputati, Sala della Mercede. Roma 30 settembre 2009  
[www.econometrica.it/pdf/Libro\\_Bianco\\_metano\\_per\\_autotrazione.pdf](http://www.econometrica.it/pdf/Libro_Bianco_metano_per_autotrazione.pdf)

<b>I primi 25 mercati mondiali ed il resto del mondo (giugno 2009)</b>										
Paese	Veicoli alimentati a gas naturale					Stazioni di rifornimento di gas naturale			Note	
	Autovetture	Autobus	Veicoli per trasporto merci	Altri veicoli	Totale	Pubblico servizio	Aziendali/riservati	Totale		
1	Pakistan	1.949.960	40	0	50.000	2.000.000	2.600	0	2.600	**
2	Argentina	1.745.677	0	0	0	1.745.677	1.806	0	1.806	*
3	Brasile	1.588.331	0	0	0	1.588.331	1.688	0	1.688	*
4	Iran	1.209.381	6.200	12	0	1.215.593	703	61	764	*
5	India	346.054	13.000	778	536.001	895.833	9	324	333	*
6	Italia	530.901	2.916	23.679	1.855	559.351	687	43	730	*
7	Cina	217.800	108.000	1.200	16.800	343.800	900	380	1.280	**
8	Colombia	179.332	13.800	9.660	77.846	280.638	401	0	401	*
9	Bangladesh	117.229	3.233	8.335	51.183	180.000	6	290	296	**
10	Ucraina	27.000	31.000	31.000	51.000	140.000	207	27	234	**
11	Thailandia	103.294	8.594	14.174	1.673	127.735	278	25	303	*
12	USA	104.000	13.000	3.000	0	120.000	816	4	820	**
13	Russia	18.000	8.000	35.000	42.000	103.000	201	25	226	**
14	Armenia	70.906	9.949	19.831	1.882	102.568	10	206	216	*
15	Bolivia	101.743	6	0	0	101.749	123	1	124	*
16	Egitto	97.523	1.201	1.794	560	101.078	114	4	118	*
17	Germania	62.415	1.314	441	468	64.638	808	2	810	*
18	Bulgaria	60.000	206	20	35	60.261	73	1	74	*
19	Perù	54.882	13	0	0	54.895	58	0	58	*
20	Uzbekistan	50.000	0	0	0	50.000	45	0	45	**
21	Malaysia	40.067	170	11	0	40.248	99	2	101	*
22	Giappone	14.067	1.462	19.714	1.256	36.499	297	36	333	*
23	Myanmar	2.911	18.315	4	1.621	22.851	37	0	37	*
24	Corea del Sud	252	16.735	342	0	17.329	121	0	121	*
25	Svezia	15.650	850	400	0	16.900	92	30	122	**
Primi 25 Paesi		8.638.763	258.004	169.395	834.180	9.900.362	12.147	1.471	13.618	
Resto del Mondo		86.800	8.600	3.600	10.500	109.500	900	350	1.250	***
Totale		8.725.563	266.604	172.995	844.680	10.009.862	13.047	1.821	14.868	

Note: \* Rilevazione \*\* Stima \*\*\* Altri 51 Paesi  
 Per differenza amministrativa tra Paesi la suddivisione per tipologia di veicolo potrà non essere sempre del tutto omogenea  
 Fonte: elaborazione Econometrica sugli atti del workshop "La filiera industriale del trasporto a metano oltre la crisi" - Roma, 09-06-2009



**RIFERIMENTO [3]**

[3] <http://www.rinnovabili.it/biogas-italia-terza-in-europa>

**Bruxelles, 23 agosto 07**

**Le stime dell'EurObserv'ER**

**Biogas: Italia terza in Europa**

*Si tratta del risultato dell'Osservatorio delle energie rinnovabili della Comunità Europea*

Sono risultati che vengono da EurObserv'ER, (l'Osservatorio delle energie rinnovabili), sul Barometro biogas 2007, che misurano la produzione italiana del 2006 in 353,8 TEP (migliaia di tonnellate equivalenti al petrolio) costituite quasi essenzialmente dal biogas prodotto dalle discariche (310,8). Scarso invece l'apporto delle stazioni di depurazione urbane e industriali con 0,9 TEP, mentre la sezione "altri biogas", che include unità decentralizzate di biogas agricolo, impianti di metanizzazione di rifiuti municipali solidi e unità centralizzate di codigestione, ha prodotto 42,1 TEP. Un piccolo progresso rispetto al precedente anno precedente : +0,3% (da 343,5 a 353,8 TEP), mentre nella Ue mediamente, la produzione di energia primaria da biogas è salita del 13,6% (la sola Germania ha raggiunto quasi i 2000 TEP). (fonte Ansa)

**RIFERIMENTO [4]**

[4] *The state of biogas in Italy potential, targets and strategies in the nREAP framework.* Transnational forum on biogas. – N. Colonna, V. Pignatelli, V. Alfano. - Varsaw 2001.

OFMSW: organic fraction of municipal waste

- The energy potential from OFMSW was about 1339 millions Nm<sup>3</sup> biogas in 2006, considering not only the humid fraction of municipal waste from separate waste collection, but also the residual fraction from the undifferentiated waste, to be potentially recovered or otherwise sent to the landfill
- The potential from cattle and pig manure, taking into account also small breedings, is of about 1827 millions Nm<sup>3</sup> biogas

**RIFERIMENTO [5]**

[5] *Purificazione e upgrading da biogas a biometano.* – ASSOPIAVE – Feb. 2010.  
Ed. Papergraf Spa

Da pag. 10

Il BM è attualmente ampiamente usato come carburante per autotrazione in Svizzera, Svezia, Austria e – in misura minore – in Germania. Quest'ultimo Paese, in cui la prima stazione di servizio a BM è stata inaugurata nel 2006, è invece caratterizzato da una forte spinta verso grandi impianti di produzione di biogas in cui la successiva produzione di BM è destinata all'immissione nella rete di trasporto del gas.

Da pag. 17

**6. Le normative italiane nel settore biometano**

L'Italia si caratterizza per l'assenza, a livello nazionale, di una specifica politica (e relative norme di incentivazione) inerente il settore del BM. Tuttavia è necessario ricordare che attualmente è in



discussione una specifica norma di incentivazione del BM, contenuta nello «Schema di D.Lgs. recante attuazione della direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE».

Da pag. 18

TABELLA 5 – ESEMPI DI “FEED-IN TARIFFS” IN UE – VALORI ESPRESSI IN €CENT/KWH [MODIFICATA DA AE-BIOM, 2009]

	Germania	Austria	Italia	Francia	Spagna	Paesi Bassi
Fanghi di depurazione	6,16÷7,11 <sup>A</sup>	5,93	18	7,5	10,75÷15,89	7,9
Discarica	6,16÷9,00 <sup>A</sup>	4,03	18	7,5	10,75÷15,89	7,9
Agricoltura 100 kW	11,67÷30,67 <sup>B</sup>	16,93	22÷28 <sup>D</sup>	9 <sup>E</sup>	10,75÷15,89	7,9
Agricoltura 500 kW	9,46÷25,46 <sup>B</sup>	13,98	22÷28 <sup>D</sup>		10,75÷15,89	7,9
Agricoltura 1.000 kW	8,51÷17,51 <sup>B</sup>	12,38	22÷28 <sup>D</sup>	7,5 <sup>E</sup>	10,75÷15,89	7,9
Condizioni	EE generata da biogas prelevato dalla rete gas può essere incentivata solo se deriva da CHP	Efficienza dell'impianto almeno pari al 60% (CHP)	Gli impianti <1MW <sub>e</sub> possono scegliere tra la <i>feed-in tariff</i> ed il sistema dei Certificati Verdi (CV)	Dimensioni degli impianti <12 MW <sub>e</sub> . Tariffe maggiori per i territori di oltre-mare	Il principale combustibile è biofuel o biogas da DA di rifiuti agricoli o zootecnici, rifiuti industriali biodegradabili e fanghi di depurazione o biogas da discarica	Se i contributi da erogare eccedono i fondi disponibili, i contributi sono dati seguendo l'ordine cronologico di presentazione delle domande
Durata (anni)	20	10 (+2) <sup>C</sup>	15	15	15	12

<sup>A</sup> POSSIBILE BONUS TECNOLOGIA PARI A 1÷2 €CENT/KWH

<sup>B</sup> DIPENDENTE DA POSSIBILI BONUS ADDIZIONALI, QUALI: CO-DIGESTIONE, USO DI REFLUI ZOOTECNICI, USO DI COLTURE ENERGETICHE DEDICATE, EFFICIENZA, QUALITÀ DELL'ARIA, ECC. (EEG-2008).

<sup>C</sup> FEED-IN TRAIFF RIDOTTA PER L'11<sup>ESIMO</sup> ED IL 12<sup>ESIMO</sup> ANNO

<sup>D</sup> IN FUNZIONE DEL TIPO DI SUBSTRATO UTILIZZATO PER OTTENERE ENERGIA

<sup>E</sup> DA SOMMARE A BONUS ADDIZIONALI



**RIFERIMENTO [6]**WTT App 1 030506.doc (81 pag) – ottenibile su: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads>

Da pag 47

Code	Process	Assoc. processes	Bio-feed MJ bio-en/ MJ prod.	Expended energy			
				As used MJ/ MJ prod.	MJx/ MJ	Primary MJx/ MJ prod.	
BG2a	<b>Municipal waste to biogas (upgraded)</b>	Z7a	1.6916	0.0524	2.8347	0.6916	
	Municipal waste						0.1485
	Electricity import						
	Methane losses						
	N-fertiliser credit						-0.0299
	<i>Primary energy consumption and emissions</i>					<b>0.8102</b>	
BG2b	<b>Liquid manure to biogas (upgraded)</b>	Z7a	1.9367	-0.0134	2.8347	0.9367	
	Liquid manure						-0.0380
	Electricity import						
	Methane losses						
	Methane field emissions credit						
	N-fertiliser credit	-0.0215					
	<i>Primary energy consumption and emissions</i>					<b>0.8772</b>	
BG2c	<b>Dry manure to biogas (upgraded)</b>	Z7a	1.9367	-0.0134	2.8347	0.9367	
	Dry manure						-0.0380
	Electricity import						
	Methane losses						
	Methane field emissions credit						
	N-fertiliser credit	-0.0215					
	<i>Primary energy consumption and emissions</i>					<b>0.8772</b>	

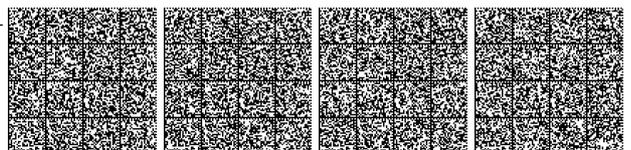


**RIFERIMENTO [7]**

WTT App 2 v30 181108.doc (51 pag) – ottenibile su: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-iec/downloads>

Da pag. 8

	Standard step	Energy expended (MJx/MJf)				Net GHG emitted (g CO <sub>2</sub> eq/MJf)			CO <sub>2</sub> g/MJ	CH <sub>4</sub> g/MJ	N <sub>2</sub> O g/MJ	
		Total primary			Fossil	Best est.	min	Max				
		Best est.	min	Max								
<b>GMCG1</b>	<b>NG current EU-mix (1000 km)</b>											
	Extraction & Processing	1	0.02	0.01	0.05	3.3			1.2	0.09	0.000	
	Transport	3				1.9			1.1	0.03	0.000	
	Distribution	5	0.01			0.6			0.6	0.00	0.000	
	Compression	5	0.06	0.08	0.04	2.9			2.7	0.01	0.000	
	<b>Total pathway</b>		<b>0.12</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.12</b>	<b>8.7</b>	<b>7.7</b>	<b>10.1</b>	<b>5.5</b>	<b>0.13</b>	<b>0.000</b>
<b>GPCG1a</b>	<b>Piped NG, 7000 km</b>											
	Extraction & Processing	1	0.03	0.01	0.06	3.8			1.3	0.10	0.000	
	Transport	3	0.19	0.06	0.22	15.0			10.2	0.19	0.000	
	Distribution	5	0.01			0.6			0.6	0.00	0.000	
	Compression	5	0.06	0.08	0.04	2.9			2.7	0.01	0.000	
	<b>Total pathway</b>		<b>0.30</b>	<b>0.18</b>	<b>0.34</b>	<b>0.29</b>	<b>22.3</b>	<b>15.3</b>	<b>25.0</b>	<b>14.7</b>	<b>0.29</b>	<b>0.001</b>
<b>GPCG1b</b>	<b>Piped NG, 4000 km</b>											
	Extraction & Processing	1	0.03	0.01	0.05	3.5			1.2	0.09	0.000	
	Transport	3	0.09	0.03	0.10	7.5			4.8	0.11	0.000	
	Distribution (HP)	5	0.01			0.6			0.5	0.00	0.000	
	Compression	5	0.06	0.08	0.04	2.9			2.7	0.01	0.000	
	<b>Total pathway</b>		<b>0.19</b>	<b>0.14</b>	<b>0.22</b>	<b>0.19</b>	<b>14.5</b>	<b>11.3</b>	<b>16.0</b>	<b>9.2</b>	<b>0.20</b>	<b>0.000</b>
<b>GRCG1</b>	<b>LNG, gaseous distribution</b>											
	Extraction & Processing	1	0.03	0.01	0.05	3.5			1.2	0.09	0.000	
	Liquefaction	2	0.09	0.08	0.09	5.8			4.7	0.04	0.000	
	Transport (shipping)	3	0.09			5.6			5.5	0.00	0.000	
	Receipt + Vaporisation	5	0.03			1.8			1.8	0.00	0.000	
	Distribution	5	0.01			0.6			0.5	0.00	0.000	
	Compression	5	0.06	0.08	0.04	2.9			2.7	0.01	0.000	
	<b>Total pathway</b>		<b>0.31</b>	<b>0.29</b>	<b>0.33</b>	<b>0.30</b>	<b>20.2</b>	<b>19.2</b>	<b>21.6</b>	<b>16.5</b>	<b>0.14</b>	<b>0.000</b>
<b>GRCG1C</b>	<b>LNG, gaseous distribution, CCS</b>											
	Extraction & Processing	1	0.03	0.01	0.05	3.5			1.2	0.09	0.000	
	Liquefaction (CCS)	2	0.10	0.09	0.10	2.3			1.2	0.04	0.000	
	Transport (shipping)	3	0.09			5.5			5.5	0.00	0.000	
	Receipt + Vaporisation	5	0.03			1.8			1.8	0.00	0.000	
	Distribution	5	0.01			0.6			0.6	0.00	0.000	
	Compression	5	0.06	0.08	0.04	2.9			2.7	0.01	0.000	
	<b>Total pathway</b>		<b>0.32</b>	<b>0.29</b>	<b>0.35</b>	<b>0.32</b>	<b>16.7</b>	<b>15.5</b>	<b>18.0</b>	<b>13.0</b>	<b>0.14</b>	<b>0.000</b>
<b>GRCG2</b>	<b>LNG, liquid distribution (trucking)</b>											
	Extraction & Processing	1	0.03	0.01	0.05	3.5			1.2	0.09	0.000	
	Liquefaction	2	0.09			5.8			4.7	0.04	0.000	
	Transport (shipping)	3	0.09			5.6			5.5	0.00	0.000	
	Receipt	5	0.01			0.7			0.7	0.00	0.000	
	Distribution	5	0.02			3.8			1.2	0.10	0.000	
	Compression	5	0.03			1.5			1.5	0.00	0.000	
	<b>Total pathway</b>		<b>0.26</b>	<b>0.25</b>	<b>0.29</b>	<b>0.26</b>	<b>20.8</b>	<b>20.3</b>	<b>22.1</b>	<b>14.8</b>	<b>0.24</b>	<b>0.000</b>



**RIFERIMENTO [8]**

Biofuels Versus Diesel and Gasoline in the JEC-WTW report version 2c, ISBN 978-92-79-10330-8, ISSN 1018-559, European Communities, 2008 – ottenibile su:

[http://re.jrc.ec.europa.eu/biof/pdf/documents/biofuels\\_wtw\\_extract.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/biof/pdf/documents/biofuels_wtw_extract.pdf)

*Da pag. 156*

Appendix D

WTT Individual processes and input data

Processes BG2a/b/c represent the integration of these steps to produce upgraded biogas from the different feedstocks. This gas is then suitable for use as automotive fuel or to be introduced into a natural gas grid. Processes BG3a/b/c represent direct small scale electricity production from raw biogas.

Code	Process	Assoc. processes	Bio-feed				Expended energy				GHG emissions				Overall energy efficiency	Range		Probability distribution
			MJ bio-en/ MJ prod.	As used MJ/ MJ prod.	MJx/ MJ	Primary MJx/ MJ prod.	g CO2/ MJ prod.	g CH4/ MJ prod.	g N2O / MJ prod.	g CO2eq / MJ prod.	Min	Max						
BG2a	Municipal waste to biogas (upgraded)	Z7a	1.6918	0.0524	2.8347	0.6918 0.1485	0.4423	0.4423	6.69	-1.01	-0.18	g/MJ						
	Municipal waste																	
	Electricity import																	
	Methane losses																	
	N-fertiliser credit																	
	<i>Primary energy consumption and emissions</i>																	
BG2b	Liquid manure to biogas (upgraded)	Z7a	1.9367	-0.0134	2.8347	0.9367 -0.0380	0.4820	-3.8773	-1.71	11.09	-0.13	g/MJ						
	Liquid manure																	
	Electricity import																	
	Methane losses																	
	Methane field emissions credit																	
	N-fertiliser credit																	
	<i>Primary energy consumption and emissions</i>																	
BG2c	Dry manure to biogas (upgraded)	Z7a	1.9367	-0.0134	2.8347	0.9367 -0.0380	0.4820	-0.3877	-1.71	11.09	-0.13	g/MJ						
	Dry manure																	
	Electricity import																	
	Methane losses																	
	Methane field emissions credit																	
	N-fertiliser credit																	
	<i>Primary energy consumption and emissions</i>																	



## 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 <sup>1</sup> :	TRASP) Sistemi di trasporto: efficientamento energetico dei veicoli
Vita Utile <sup>2</sup>	U = 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup>	T = 10 anni
Settore di intervento:	Trasporti
Tipo di utilizzo:	Trasporto passeggeri
<b>Condizioni di applicabilità della procedura</b>	
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 <sup>3</sup>	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR) <sup>2</sup> :	Autovettura elettrica
<b>Risparmio Specifico Lordo (RSL)</b> 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:	
<b>P</b>	è la percorrenza annua riportata in Tabella 1 (km/anno)
<b>CS (VR)</b>	è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura di riferimento, riportato in Tabella 1 ( $10^{-6}$ tep/km)
<b>CS (VE)</b>	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:	
<b>CE</b>	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"
<b>f<sub>E</sub></b>	è il coefficiente di conversione da energia elettrica a primaria, pari a 0,142 tep/MWh(*)
(*) Il coefficiente <b>f<sub>E</sub></b> , 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 <b>f<sub>E</sub></b> 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" ( <a href="http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni/Fattori%20di%20emissione%20elettrica/view">http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni/Fattori%20di%20emissione%20elettrica/view</a> )	



Segmento di mercato	CS(VR) 10 <sup>-6</sup> 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 <sup>2</sup> :	$a = 100\%$
Coefficiente di durabilità <sup>2</sup> :	$\tau = 1,87$
Quote dei risparmi di energia primaria [tep/a] <sup>2</sup> :	
<b>Risparmio netto contestuale (RNc)</b>	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
<b>Risparmio netto anticipato (RN<sub>a</sub>)</b>	$RN_a = (\tau - 1) \cdot RNc$
<b>Risparmio netto integrale (RNI)</b>	$RNI = RNc + RN_a = \tau \cdot RNc$
Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento <sup>4</sup> :	Tipo II

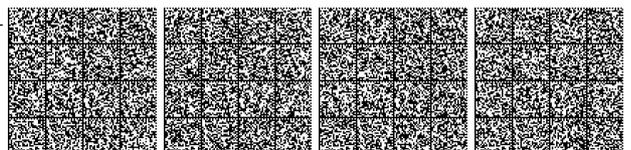
## 2. DOCUMENTAZIONE DA CONSERVARE<sup>5</sup>

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 gCO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> delle autovetture appartenenti al segmento di mercato in esame [gCO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub> per kg di carburante e riportati nella Tabella seguente:

carburante	FE kg CO <sub>2</sub> 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 <sup>-6</sup> 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 CO<sub>2</sub> delle auto*"  
([http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/GUIDA2012\\_CO2.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/GUIDA2012_CO2.pdf))
- [4] ISPRA: "*Rapporto ISPRA 135/2011*" ("Produzione termoelettrica ed emissione di CO<sub>2</sub>")  
([http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie\\_storiche\\_emissioni/Fattori%20di%20emissione%20elettrica/view](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](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>)



## Scheda tecnica n. 43E – Diffusione di autovetture a trazione ibrida termoelettrica per il trasporto privato di passeggeri.

### 1. ELEMENTI PRINCIPALI

#### 1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento <sup>1</sup> :	TRASP) Sistemi di trasporto: efficientamento energetico dei veicoli
Vita Utile <sup>2</sup>	U = 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup>	T = 10 anni
Settore di intervento:	Trasporto privato
Tipo di utilizzo:	Trasporto passeggeri
<b>Condizioni di applicabilità della procedura</b>	
La presente procedura riguarda il ricorso ad autovetture a trazione ibrida termico-elettrica che integrino un motore a combustione interna con uno o più motori/generatori elettrici alimentati da uno o più sistemi di accumulo elettrico (batterie e/o supercondensatori).	
Il settore d'intervento è esclusivamente quello privato. La procedura è applicabile solo alle autovetture appartenenti ai segmenti di mercato A,B,C,D (v. Tab. 1).	

#### 1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione <sup>3</sup>	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR) <sup>2</sup> :	autovettura
<b>Risparmio Specifico Lordo (RSL)</b> di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento appartenente al segmento di mercato X:	
$\text{RSL} = [\text{CS}(\text{VR}) - \text{CS}(\text{Vibrado})] \cdot P / 10^6 \quad (\text{tep/anno/autovettura})$	
dove:	
<b>P</b>	è la percorrenza annua riportata in Tabella 1 (km/anno)
<b>CS(VR)</b>	è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura di riferimento, riportato in Tabella 1 ( $10^{-6}$ tep/km)
<b>CS (Vibrado)</b>	è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura ibrida ( $10^{-6}$ tep/km)
I consumi di energia primaria delle autovetture ibride si calcolano a partire dai consumi in fase d'uso (carburanti ed elettricità) aggiungendo i consumi di energia per la produzione e trasporto dei carburanti.	
Più precisamente il consumo di energia primaria è dato da:	
$\text{CS (Vibrado)} = (\text{CS}_{ib} / 100 \cdot \rho \cdot \text{Pci} \cdot 1000) \cdot (1 + f_{\text{prod-trasp}}) \quad (10^{-6}\text{tep/km})$	
dove:	
<b>CS<sub>ib</sub></b>	è il consumo di carburante dell'autovettura ibrida 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" (l/100 km).
I valori dei coefficienti: $\rho$ , Pci, $f_{\text{prod-trasp}}$ sono riportati in Tabella 2.	



Segmento mercato	CS(VR) 10 <sup>-6</sup> 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	$\rho$ kg/l	Pci tep/t carburante	f <sub>prod-trasp</sub>
benzina	0,745	1,05	0,10
gasolio	0,832	1,02	0,12

Tabella 2: Coefficienti per il calcolo dei CS dei veicoli ibridi

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

## 2. DOCUMENTAZIONE DA CONSERVARE<sup>5</sup>

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 della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
4. Di cui all'articolo 17 della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.
5. Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.



## Allegato alla scheda tecnica n. 43E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

### Premessa

L'obiettivo di questa scheda tecnica è quello di incentivare la vendita di autovetture ibride che integrano un motore a combustione interna con uno o più motori/generatori elettrici alimentati da uno o più sistemi di accumulo elettrico (batterie e/o supercondensatori). Infatti tali autovetture presentano consumi di energia primaria inferiori a quelli delle autovetture a combustione interna, nel seguito indicate come "convenzionali". Il risparmio energetico dell'autovettura ibrida 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 gCO<sub>2</sub>/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. Una delle strategie attualmente seguite è il miglioramento dell'efficienza energetica dei motori "convenzionali" a benzina, a gasolio ed ibridi. Pertanto vi saranno sicuramente ulteriori sviluppi tecnologici che implicheranno una revisione della scheda non nel suo approccio metodologico, ma nei parametri di riferimento.

### Procedura per il calcolo del risparmio annuo di energia primaria

Il Risparmio Specifico Lordo (RSL) ottenibile dalla vendita di un'autovettura ibrida invece di 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 ibrida per la quale si sta valutando il risparmio energetico, moltiplicato per la percorrenza annua.

Il veicolo di riferimento viene definito per segmenti di mercato, considerando che le esigenze e preferenze dell'acquirente verso un veicolo non possono essere individuate da una sola caratteristica, quale per esempio la potenza del veicolo, ma da una serie di specifiche che possono essere raccolte e descritte per segmento di mercato.

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

Il Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria per l'autovettura ibrida è dato dalla seguente formula:

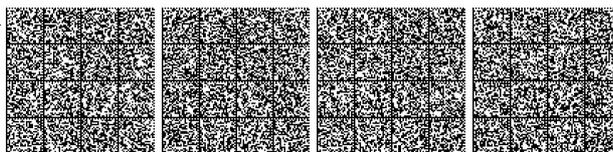
$$RSL = [CS(VR) - CS(Vibrado)] \cdot P / 10^6 \text{ (tep/anno)}$$

Dove:

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

$CS(Vibrado)$  è il consumo specifico (per km) di energia primaria, dell'autovettura ibrida [10<sup>-6</sup> 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 ibrida, 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  $CS(Vibrado)$  si ricavano a partire dai consumi di carburante in fase d'uso aggiungendo anche i consumi di energia per la produzione e trasporto del carburante. Nei paragrafi successivi vengono descritti in dettaglio gli algoritmi di calcolo dei consumi di energia primaria  $CS$  per le autovetture ibride e per quelle "convenzionali".

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

### Autovetture ibride

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

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

Dove  $CI$  è dato da:

$$CI = CS_{ib}/100 \cdot \rho \cdot Pci \cdot 1000 \quad [10^{-6}tep/km]$$

Dove:

$CS_{ib}$  è il consumo di carburante dell'autovettura ibrida, 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].

$\rho$  è la densità del carburante espresso in [kg/l] pubblicata nel rapporto dello studio europeo condotto dal JRC [4]

$Pci$  è il potere calorifero inferiore del carburante espresso in [tep/t carburante] e pubblicato nel Bilancio Energetico Nazionale [5]

Nella seguente Tabella si riportano per i diversi carburanti, i valori delle densità e dei poteri calorifici da utilizzare nel calcolo:

carburante	$\rho$ (kg/l)	$Pci$ (tep/t carburante)
benzina	0,745	1,05
gasolio	0,832	1,02

$f_{prod-trasp}$  è il rapporto tra energia primaria utilizzata per produrre e trasportare il carburante e l'energia contenuta nel carburante prodotto, pari a 0,10 per la benzina e 0,12 per il gasolio, come risulta sommando i valori riportati nel rapporto europeo del JRC [6] per le fasi di raffinazione e di trasporto dei carburanti.



### 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 CO<sub>2</sub> e del numero di immatricolazioni per alimentazione, pubblicati da UNRAE [7], mediante la seguente formula:

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

Dove:

*Em* è l’emissione media di CO<sub>2</sub> delle autovetture appartenenti al segmento di mercato in esame [gCO<sub>2</sub>/km]

*j* è il tipo di carburante: benzina, gasolio

*Imm<sub>j</sub>* 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 CO<sub>2</sub> per kg di carburante e riportati nella seguente Tabella:

carburante	FE kg CO <sub>2</sub> / 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<sub>prod-trasp</sub>* 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<sub>prod-trasp</sub>* si ottiene per ogni segmento facendo la media sulle immatricolazioni di benzina e gasolio dei *f<sub>prod-trasp</sub>* specifici, pari a 0,10 per la benzina e 0,12 per il gasolio [4].

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 <sup>-6</sup> 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 Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile dall'uso di una autovettura ibrida, benzina-elettrica, piuttosto che una autovettura "convenzionale" è dato da:

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

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

$$CS(Vibrato) = (CS_{ib}/100 \cdot \rho \cdot P_{ci} \cdot 1000) \cdot (1 + f_{prod-trasp}) \text{ [10}^{-6}\text{tep/km]}$$

Avendo assunto il consumo specifico in fase d'uso ( $CS_{ib}$ ) pari a 3,8 l/100km e utilizzando i valori di densità, potere calorifero inferiore ed  $f_{prod-trasp}$  riportati per la benzina nella Tabella 2 della scheda si ha:

$$CS(Vibrato) = (3,8 / 100) \cdot 0,750 \cdot 1,05 \cdot 1000) \cdot (1 + 0,10) = 32,92 \text{ [10}^{-6}\text{tep/km]}$$

Il consumo specifico di energia primaria dell'autovettura "convenzionale" CS(VR) è invece quello del *segmento C* riportato in Tabella 1 della scheda, pari a 48,31 10<sup>-6</sup> tep/km.

Il Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria, quindi, considerando che le percorrenze annue del *segmento C* sono di 15.000 km (da Tabella 1 della scheda) è:

$$RSL = (48,31 - 32,92) \cdot 15.000 / 10^6 = 230.850 / 10^6 = 0,231 \text{ tep/anno}$$

### Il mercato

Il mercato delle vetture ibride non è ancora su larga scala, infatti al 2011 ha rappresentato solo lo 0,3% del venduto. Tuttavia le vendite di autovetture ibride dal 2005 sono in forte crescita, anche se non costante; infatti non sembra che gli incentivi statali del 2007 e 2008 abbiano particolarmente influenzato il mercato, mentre gli incentivi 2009, molto più cospicui, invece, sono probabilmente stati determinanti per portare le vendite sopra le 7000 unità. Nel 2011, comunque, il numero di vetture ibride vendute non è crollato come nel caso di altre tipologie di vetture fortemente incentivate nel 2009, attestandosi sopra i 5000 veicoli.

Va comunque sottolineato che l'offerta di questa tecnologia è ancora limitata, in particolare per quanto riguarda i segmenti di vetture piccole, ma in forte espansione.

### Stima dei risparmi

Il risparmio energetico unitario delle vetture ibride attualmente sul mercato, rispetto al veicolo di riferimento, va dal 13% al 34% che corrisponde ad un risparmio annuo a veicolo compreso tra 0,07 e 0,25 tep/vei-anno, pari a un risparmio sulla vita tecnica tra 0,7 e 2,5 tep/vei.



Il risparmio medio a veicolo dell'80% delle vetture ibride vendute nel 2011 è pari a 2,2 tep/vei che evidenzia la preferenza accordata dagli acquirenti alle auto con migliori prestazioni energetiche.

Negli ultimi anni il costo dei veicoli ibridi si è andato rapidamente avvicinando a quello dei corrispondenti veicoli "convenzionali". Attualmente il prezzo delle vetture ibride è di poco superiore alle corrispettive a benzina, tra il 10% e il 15%, differenza che scende a pochi punti percentuali nel confronto con il gasolio.

Il maggior costo di acquisto comunque viene compensato dai minori consumi in fase d'uso; si stima il pay-back-time in un periodo variabile tra i 6 e i 10 anni, essendo funzione della tipologia di veicolo (medio o grande) e quindi della sua percorrenza annua.

### Riferimenti bibliografici

- [1] <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 CO<sub>2</sub> delle auto"  
([http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/GUIDA2012\\_CO2.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/GUIDA2012_CO2.pdf))
- [4] JRC: "TANK-TO-WHEELS Report Version 2.c – March 2007"  
([http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/WTW\\_Report\\_010307.pdf](http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/WTW_Report_010307.pdf))
- [5] MiSE: "Bilancio energetico nazionale 2010"  
([http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/ben/ben\\_2010.pdf](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>)



## Scheda tecnica n. 44E – Diffusione di autovetture alimentate a metano, per il trasporto di passeggeri.

### 1. ELEMENTI PRINCIPALI

#### 1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento <sup>1</sup> :	TRASP) Sistemi di trasporto: efficientamento energetico dei veicoli
Vita Utile <sup>2</sup>	U = 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup>	T = 10 anni
Settore di intervento:	Trasporto privato
Tipo di utilizzo:	Trasporto passeggeri
<b>Condizioni di applicabilità della procedura</b>	
La presente procedura promuove la diffusione delle autovetture alimentate a metano, sia solo a gas che a doppia alimentazione metano-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 <sup>3</sup>	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR) <sup>2</sup> :	autovettura
<b>Risparmio Specifico Lordo (RSL)</b> di energia primaria conseguibile per ogni unità fisica di riferimento appartenente al segmento di mercato X:	
$\text{RSL} = [\text{CS}(\text{VR}) - \text{CS}(\text{V}_{\text{metano}})] \cdot \text{P} / 10^6 \quad (\text{tep/anno/autovettura})$	
dove:	
<b>P</b>	è la percorrenza annua riportata in Tabella 1 (km/anno)
<b>CS (VR)</b>	è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura di riferimento, riportato in Tabella 1 ( $10^{-6}$ tep/km)
<b>CS (V<sub>metano</sub>)</b>	è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura a gas ( $10^{-6}$ tep/km)
I consumi di energia primaria delle autovetture a gas si calcolano a partire dai consumi in fase d'uso aggiungendo i consumi di energia per la distribuzione e compressione del metano. Più precisamente il consumo di energia primaria è dato da:	
$\text{CS}(\text{V}_{\text{metano}}) = (\text{C}_{\text{metano}} / 100 \cdot \text{Pci}) \cdot (1 + \text{f}_{\text{prod-trasp}}) \quad (10^{-6}\text{tep/km})$	
dove:	
$\text{C}_{\text{metano}}$ è il consumo di metano dell'autovettura in fase d'uso, espresso in $\text{m}^3/100\text{km}$ , 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".	
I valori dei coefficienti $\text{Pci}$ , $\text{f}_{\text{prod-trasp}}$ , sono rispettivamente $819 \text{ tep/Mm}^3$ e $0,07$ .	



Segmento di mercato	CS(VR) 10 <sup>-6</sup> 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 addizionalità <sup>2</sup> :	$a = 100\%$
Coefficiente di durabilità <sup>2</sup> :	$\tau = 1,87$
Quote dei risparmi di energia primaria [tep/a] <sup>2</sup> :	
<b>Risparmio netto contestuale (RNc)</b>	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
<b>Risparmio netto anticipato (RN<sub>a</sub>)</b>	$RN_a = (\tau - 1) \cdot RNc$
<b>Risparmio netto integrale (RNI)</b>	$RNI = RNc + RN_a = \tau \cdot RNc$
Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento <sup>4</sup> : Tipo II	

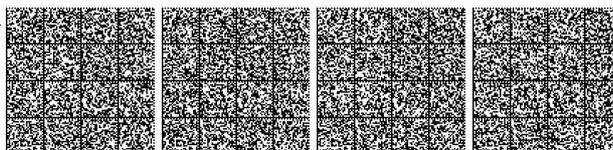
## 2. DOCUMENTAZIONE DA CONSERVARE<sup>5</sup>

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, ENN 9/11.
2. Di cui all'articolo 1, comma 1, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, ENN 9/11.
3. Di cui all'articolo 3, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, ENN 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, ENN 9/11.



## Allegato alla scheda tecnica n. 44E: 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 gas, 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 metano 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 gas 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:

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

Dove:

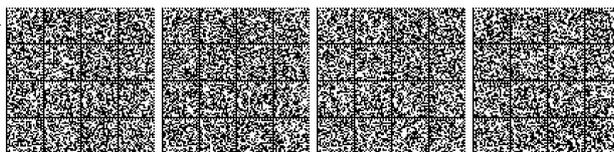
$CS(VR)$  è il consumo specifico (per km) di energia primaria dell'autovettura di riferimento [ $10^{-6}$  tep/km]

$CS(V_{metano})$  è il consumo specifico (per km) di energia primaria, dell'autovettura a gas [ $10^{-6}$  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  $CS(V_{metano})$  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 metano.

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 metano

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

$$CS(V_{\text{metano}}) = (C_{\text{metano}} / 100 \cdot Pci) \cdot (1 + f_{\text{prod-trasp}}) \quad [10^{-6}\text{tep/km}]$$

Con:

$C_{\text{metano}}$  è il consumo di metano dell'autovettura, espresso in  $\text{m}^3/100\text{km}$ , 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  $\text{CO}_2$  delle autovetture" [3].

$Pci$  è il potere calorifero inferiore del metano, pari a  $819 \text{ tep/Mm}^3$ , come si ricava dal Bilancio Energetico Nazionale [4]

$f_{\text{prod-trasp}}$  è il rapporto tra energia primaria utilizzata per la distribuzione e compressione del metano, pari a 0,07, come risulta sommando i valori riportati nel rapporto europeo del JRC [5].

### 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:

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

Dove:

$f_{\text{prod-trasp}}$  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 [5] 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  $\text{CO}_2$  e del numero di immatricolazioni per alimentazione, pubblicati da UNRAE [6], 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 CO<sub>2</sub> delle autovetture appartenenti al segmento di mercato in esame [gCO<sub>2</sub>/km]  
*j* è il tipo di carburante: benzina, gasolio  
*Imm<sub>j</sub>* 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 [4].  
*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 CO<sub>2</sub> per kg di carburante e riportati nella seguente Tabella:

carburante	FE kg CO <sub>2</sub> 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 <sup>-6</sup> tep/km)
A - CITY CAR	40,34
B - UTILITARIE	43,84
C - MEDIE	48,31
D - MEDIO GRANDI	58,07

### Esempio di calcolo del risparmio annuo di energia primaria

Il Risparmio di energia primaria conseguibile dalla vendita di una autovettura alimentata a metano, piuttosto che una autovettura “convenzionale” è dato da:

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

Il consumo specifico di energia primaria di una autovettura alimentata a metano appartenente al segmento *D* si ottiene applicando la seguente formula:

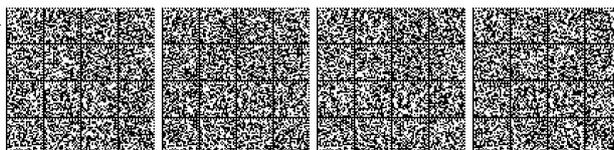
$$CS(V_{metano}) = (C_{metano} / 100 \cdot Pci) \cdot (1 + f_{prod-trasp}) \text{ [10}^{-6}\text{tep/km]}$$

Avendo assunto il consumo specifico in fase d'uso (*C<sub>metano</sub>*) pari a 6,6 m<sup>3</sup>/100km e utilizzando i valori di potere calorifero inferiore ed *f<sub>prod-trasp</sub>* pari a 819 tep/Mm<sup>3</sup> e 0,07 si ha:

$$CS(V_{metano}) = (6,6 / 100 \cdot 819) \cdot (1 + 0,07) = 57,838 \text{ [10}^{-6}\text{tep/km]}$$

Il consumo specifico di energia primaria dell'autovettura “convenzionale” CS(VR) è invece quello del segmento *D* riportato in Tabella 1 della scheda, pari a 58,07 10<sup>-6</sup> tep/km.

Il Risparmio di energia primaria, quindi, considerando che le percorrenze annue del segmento *D* sono di 18.000 km (da Tabella 1 della scheda) è:



$$\text{RSL} = (58,07 - 57,84) \cdot 18.000 / 10^6 = 4.140 / 10^6 = 0,004 \text{ tep/anno}$$

Si deve sottolineare che i consumi di energia primaria delle autovetture a metano sono in genere maggiori dei consumi delle vetture convenzionali, nonostante il minore consumo in fase di compressione del gas rispetto alla fase di raffinazione dei carburanti. Pertanto al momento potranno beneficiare dei TEE solo pochissimi modelli. L'esempio riportato prende in considerazione consumi tra i più bassi delle vetture a gas attualmente sul mercato.

### Stima dei risparmi

Le vendite di autovetture alimentate a metano hanno avuto una forte 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 a metano hanno raggiunto il 9% del venduto. Dopo un calo delle vendite nel 2011, nei primi 9 mesi del 2012 si è registrato un aumento di circa il 40% rispetto allo stesso periodo del 2011 [8].

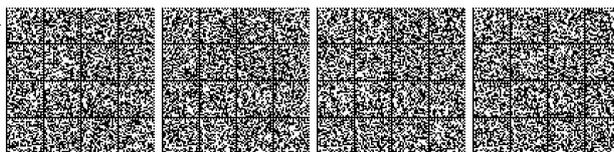
Il 90% delle vendite, nel 2011, ha riguardato vetture con un consumo medio superiore al veicolo di riferimento di circa 0,1 tep/anno/vei, mentre il restante 10% ha coinvolto vetture con consumi ancora superiori (+0,2 tep/anno/vei).

Nei primi nove mesi del 2012, le vetture a metano vendute hanno in media un consumo superiore del 30% alle vetture di riferimento, e solo l'1,5% delle vendite ha un consumo inferiore al veicolo di riferimento.

Alla luce di questi dati e delle considerazioni sopra riportate, nel caso in cui non si prefigurino cambiamenti sostanziali del mercato o miglioramenti decisivi nelle prestazioni energetiche delle autovetture a metano, è difficile immaginare la possibile emissione di TEE verso questo tipo di vetture.

### Riferimenti bibliografici

- [1] <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 CO<sub>2</sub> delle auto"  
([http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/GUIDA2012\\_CO2.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/GUIDA2012_CO2.pdf))
- [4] MiSE: "Bilancio energetico nazionale 2010"  
([http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/ben/ben\\_2010.pdf](http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/ben/ben_2010.pdf))
- [5] 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>)
- [6] UNRAE: "L'auto 2011" sintesi statistica degli anni 2002 – 2011  
(<http://www.unrae.it/studi-e-statistiche/categorie/sintesi-statistica/item/2362-sintesi-2011>)
- [7] EEA: "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009"  
(<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>)
- [8] UNRAE: "Top 10 per alimentazione settembre 2012"  
<http://www.unrae.it/rae-servizi/item/2410-struttura-del-mercato-%E2%80>



## 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 <sup>1</sup> :	TRASP) Sistemi di trasporto: efficientamento energetico dei veicoli
Vita Utile <sup>2</sup>	U = 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup>	T = 10 anni
Settore di intervento:	Trasporti
Tipo di utilizzo:	Trasporto passeggeri
<b>Condizioni di applicabilità della procedura</b>	
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 <sup>3</sup>	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR) <sup>2</sup> :	autovettura
<b>Risparmio Specifico Lordo (RSL)</b> di energia primaria conseguibile per ogni unità fisica di riferimento appartenente al segmento di mercato X:	
$\text{RSL} = [\text{CS}(\text{VR}) - \text{CS}(\text{V}_{\text{GPL}})] \cdot \text{P} / 10^6 \quad (\text{tep/anno/autovettura})$	
dove:	
<b>P</b>	è la percorrenza annua riportata in Tabella 1 (km/anno)
<b>CS (VR)</b>	è il consumo di energia primaria per unità di percorrenza della autovettura di riferimento, riportato in Tabella 1 ( $10^{-6}$ tep/km)
<b>CS (V<sub>GPL</sub>)</b>	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:	
$\text{CS}(\text{V}_{\text{GPL}}) = (\text{C} / 100 \cdot \rho \cdot \text{Pci} \cdot 1000) \cdot (1 + \text{f}_{\text{prod-trasp}}) \quad (10^{-6}\text{tep/km})$	
dove:	
<b>C</b> 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 <sub>2</sub> delle autovetture"	
I valori dei coefficienti: $\rho$ , Pci, $\text{f}_{\text{prod-trasp}}$ , sono riportati in Tabella 2.	



Segmento di mercato	CS(VR) 10 <sup>-6</sup> 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 <sub>prod-trasp</sub>
GPL	1,10 tep/t	0,538	0,03

Tabella 2: Coefficienti per il calcolo dei CS(V<sub>GPL</sub>) dei veicoli a GPL

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

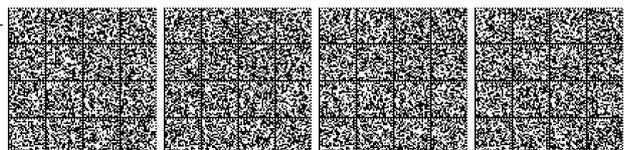
## 2. DOCUMENTAZIONE DA CONSERVARE<sup>5</sup>

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:

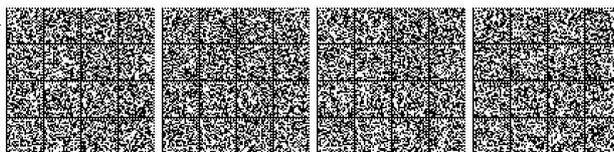
$CS(VR)$  è il consumo specifico (per km) di energia primaria dell'autovettura di riferimento [ $10^{-6}$  tep/km]

$CS(V_{GPL})$  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 rimangono 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:

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

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 CO<sub>2</sub> delle autovetture" [3].

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

$Pci$  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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> delle autovetture appartenenti al segmento di mercato in esame [gCO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub> per kg di carburante e riportati nella seguente Tabella:

carburante	FE kg CO2 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 <sup>-6</sup> 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  $\rho$  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'attrattività 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/vei-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/vei-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/datitransporto1990-2009.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 CO<sub>2</sub> delle auto"*  
[http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/GUIDA2012\\_CO2.pdf](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](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>)



## Scheda tecnica n. 46E – Pubblica illuminazione a led in zone pedonali: sistemi basati su tecnologia a led in luogo di sistemi preesistenti con lampade a vapori di mercurio

### 1. ELEMENTI PRINCIPALI

#### 1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento <sup>1</sup> :	IPUB-RET) applicazione di dispositivi per l'efficientamento di impianti esistenti (retrofit) IPUB-NEW) illuminazione pubblica: nuovi impianti efficienti o rifacimento completa degli esistenti
Vita Utile <sup>2</sup> :	U = 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup> :	T = 10 anni per IPUB-RET T = 15 anni per IPUB-NEW
Settore di intervento:	Terziario
Tipo di utilizzo:	Riduzione dei consumi di energia elettrica nella pubblica illuminazione
<p><b>Condizioni di applicabilità della procedura</b></p> <p>La presente scheda si applica all'installazione di sistemi illuminanti basati su tecnologia led montati su pali o supporti similari, al fine di ottenere un'illuminazione omogenea e a basso contrasto di aree aperte al pubblico non destinate al traffico veicolare.</p> <p>La procedura si applica unicamente all'installazione di sistemi illuminanti a led in sostituzione di sistemi esistenti con lampade a vapori di mercurio, sia nel caso di riprogettazione dell'impianto con installazione di nuovi pali, sia mediante l'installazione dei sistemi a led su pali esistenti. Ciascun sistema a led (lampada, ottica e ausiliari) deve avere efficienza luminosa non inferiore a 68 lm/W.</p> <p>La procedura si applica alle aree pedonali, isole pedonali, piazze interdette alla circolazione dei veicoli. Non si applica ad impianti al di fuori della pubblica illuminazione, sebbene aperti al pubblico. Non si applica in ogni caso a installazioni sportive, parcheggi, aree portuali e aeroportuali destinate al carico/scarico merci. Non si applica sistemi del tipo fari, torri a faro e a sistemi di illuminazione dal basso.</p>	

#### 1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione <sup>3</sup>	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR) <sup>2</sup>	Sistema illuminante a led
<p><b>Risparmio Specifico Lordo (RSL)</b> di energia primaria (<math>10^{-3}</math> tep/anno/sistema) conseguibile per singola unità fisica di riferimento; si ricava dalla tabella sottostante in funzione della potenza dell'installando sistema illuminante a led <b>P</b> (W) e della presenza o meno del regolatore di flusso nella situazione pre-intervento</p> <p><b>Risparmio lordo (RL)</b> di energia primaria</p> $RL = \sum_{j=1}^6 RSL_j \cdot N_j \quad (\text{tep/anno})$ <p>dove:  <b>N<sub>j</sub></b>= numero di sistemi illuminanti a led installati nella classe di potenza <i>j</i>;  <b>RSL<sub>j</sub></b>= risparmio specifico lordo per la classe di potenza <i>j</i>;</p>	



<b>Caso 1: installazione in luogo di impianti non dotati di regolatore di flusso luminoso</b>		
<i>j</i>	<b>P<sub>j</sub> (W)</b>	<b>RSL<sub>j</sub> (10<sup>-3</sup>tep/anno/sistema)</b>
1	<30	13,0
2	40	25,3
3	60	36,7
4	80	47,5
5	100	57,5
6	>100	66,7

<b>Caso 2: installazione in luogo di impianti dotati di regolatore di flusso luminoso</b>		
<i>j</i>	<b>P<sub>j</sub> (W)</b>	<b>RSL<sub>j</sub> (10<sup>-3</sup>tep/anno/sistema)</b>
1	<30	10,4
2	40	20,2
3	60	29,4
4	80	38,0
5	100	46,0
6	>100	53,3

Per valori di potenza intermedi tra quelli proposti, si procede in entrambi i casi per interpolazione lineare.

Coefficiente di addizionalità <sup>2</sup> :	$a = 100\%$
Coefficiente di durabilità per applicazioni nel settore IPUB-RET <sup>2</sup>	$\tau = 1,87$
Coefficiente di durabilità per applicazioni nel settore IPUB-NEW <sup>2</sup>	$\tau = 2,65$
Quote dei risparmi di energia primaria [tep/a] <sup>2</sup> :	
<b>Risparmio netto contestuale (RNc)</b>	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
<b>Risparmio netto anticipato (RN<sub>a</sub>)</b>	$RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$
<b>Risparmio netto integrale (RNI)</b>	$RNI = RNc + RNa = \tau \cdot RNc$
Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento <sup>4</sup> :	Tipo I

## 2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

- Disposto articolo 6, decreti ministeriali 20/07/04 e s.m.i.
- UNI 11356:2010 Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED
- UNI EN 13032-1:2012 Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- UNI 11248:2007 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 13201-2:2004 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3:2004 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- UNI EN 13201-4:2004 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche



### 3. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE DA CONSERVARE<sup>5</sup>

- Nome, indirizzo e numero telefonico di ogni soggetto/ente titolare del sito per cui la scheda si applica.
- Fatture di acquisto con specifica dei componenti.
- Documentazione relativa al preesistente sistema di illuminazione: numero, disposizione e tipologia dei corpi illuminanti, fotografie dell'impianto preesistente. Nel solo caso in cui alla data di pubblicazione della scheda il nuovo impianto sia già stato realizzato, e si ricada nelle possibilità di poter richiedere titoli di efficienza energetica ai sensi della disciplina in vigore nella stessa data, in mancanza della documentazione sul preesistente impianto potrà essere redatta dal detentore o dal gestore dell'impianto un'autocertificazione contenente almeno la tipologia dei corpi illuminanti e il numero degli stessi.

### 4. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE DA TRASMETTERE<sup>6</sup>

Planimetria e caratteristiche degli apparecchi illuminanti impiegati (scheda tecnica con indicazione di marca, modello, potenza).

---

#### 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.
6. Eventualmente in aggiunta a quella specificata all'articolo 13 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.



## **Allegato alla scheda tecnica n. 46E: procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria**

### **Premessa**

Il consumo di energia elettrica per pubblica illuminazione (p.i.) nell'anno 2010 è stato pari a 6,4 TWh, poco più del 2% sui consumi finali di energia elettrica. Il costo della p.i. si può stimare fra il 15% ed il 25% del totale delle spese energetiche di un ente locale e si può avvicinare al 50% di quelle elettriche.

Le riduzioni dei consumi di energia elettrica ottenibili mediante interventi di razionalizzazione energetica nel settore della pubblica illuminazione possono derivare da una serie di elementi, spesso in combinazione tra loro, quali maggiore efficienza delle sorgenti (LED nel caso specifico), maggiore efficienza del corpo illuminante (ottiche, riflettori e altro), migliore progettazione illuminotecnica dell'impianto nel suo complesso. Tali riduzioni possono talvolta essere consistenti e vanno pertanto perseguite e, nel caso ciò non avvenga naturalmente, adeguatamente incentivate.

Il meccanismo dei certificati bianchi presenta già alcune schede semplificate dedicate alla p.i. La presente proposta di scheda va parzialmente a coprire le zone non destinate al traffico motorizzato, nell'ottica di spingersi verso un completamento del quadro di supporto alla p.i.

In particolare la scheda si rivolge, adottando una metodologia semplificata, alla sostituzione di corpi illuminanti con lampade a vapori di mercurio con sistemi a led. Riguardo gli impianti basati su altre tecnologie, in particolare quelli con lampade a vapori di sodio, si rimanda a successivi approfondimenti ed eventualmente schede.

Parte delle considerazioni di seguito sviluppate sono basate sui risultati della sezione D del rapporto "Metodologie per la definizione di risparmi energetici, nell'ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate" elaborato da FIRE-ENEA all'interno della Ricerca di sistema elettrico nell'anno 2010.

### **Potenziale di sviluppo e barriere alla diffusione**

Il potenziale di sviluppo della tecnologia led nell'illuminazione in generale è senz'altro notevole, come peraltro evidenziato nel recente rapporto della società Frost & Sullivan "World LED Lighting Market"; nel lavoro si rileva che il mercato globale dei led per illuminazione ha prodotto entrate per circa 343 milioni di euro nel 2010 e stima che questa cifra supererà i 1.300 milioni di euro nel 2017. Le potenzialità della tecnologia a led nel settore illuminazione appaiono notevoli: dai dati disponibili da letteratura a metà 2010 e da indagini condotte nello stesso anno (vedi rapporto seguente) si riteneva ragionevole stimare per i dispositivi a led una presenza che poteva raggiungere al massimo l'1% sul totale installato.

Il numero di punti luce con lampade a vapori di mercurio, secondo una stima dell'anno 2005 (P. Van Tichelen et. al., 2007: *Final Report, Public street lighting*, DGTREN), ammontava a 5.760.000 su un totale di 9 milioni di punti luce; le lampade a vapori di sodio risultavano 2.520.000. Il resto era composto per lo più da lampade ad alogenuri metallici, sodio a bassa pressione e fluorescenti lineari. Considerando un tasso di sostituzione delle lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio del 3%, si giunge per l'anno 2012 alla seguente ripartizione indicativa: 55% lampade a vapori di mercurio, 37% lampade a vapori di sodio ad alta pressione, 8% altro. Sebbene la scheda sia rivolta alle sole aree pedonali, con i vincoli riportati nelle "condizioni di applicabilità della procedura" e tenuto conto che la tecnologia a vapori di mercurio, sebbene non rappresenti più la tecnologia di riferimento sul mercato, continua ad essere largamente presente nel campo della p.i., si ravvisano interessanti opportunità di azione in particolare per gli enti locali, eventualmente in un contesto di efficientamento più ampio dell'impiantistica delle proprietà dell'ente stesso.



Tra le barriere si rilevano principalmente il costo d'acquisto e la complessità nel campo della p.i. di adattare soluzioni a led ad armature esistenti (i.e. semplice retrofit), con la necessità di sostituire l'intero corpo illuminante o, talvolta, di implementare una nuova palificazione.

Tra le barriere non economiche si ravvisa la scarsa conoscenza della tecnologia, alimentata da dubbi risultati ottenuti relativi a prodotti di scarsa qualità dal punto di vista illuminotecnico o implementazioni su reti di p.i. esistenti non svolte a regola d'arte.

Dal punto di vista della conoscenza si rileva tuttavia che l'illuminazione a led sta conquistando notevole spazio nella stampa specialistica, e un certo interesse da parte delle associazioni di categoria; si segnalano tra l'altro gli apporti scientifici della Ricerca di sistema elettrico (a cura di vari soggetti tra cui RSE, ENEA, FIRE, Università).

### La tecnologia

Sebbene la nascita del primo led risalga al 1920, in Russia, l'innovazione che ha permesso ai led di essere oggi impiegati nell'illuminotecnica è dovuta ai lavori di S.Nakamura, negli anni novanta, che riuscì ad ottenere la tonalità bianca con l'utilizzo del nitruro di gallio e della tecnologia dei fosfori per il rivestimento del chip. L'evoluzione tecnologica a fini illuminotecnici può collocarsi invece principalmente negli ultimi anni.

I led consentono risparmi, a parità d'uso finale, fino all'80% di energia elettrica rispetto a una lampada a incandescenza, hanno una durata di vita superiore a 50.000 ore, bassi costi di manutenzione, e buona affidabilità, visto che in caso di danneggiamento di parte degli elementi il resto della sorgente luminosa continua a funzionare. Altre caratteristiche sono le basse potenze richieste, che consentono agli apparecchi a led di essere alimentati da energia elettrica prodotta da piccoli impianti alimentati da fonti rinnovabili (ad esempio per sistemi di illuminazione non connessi alla rete elettrica o per la segnaletica stradale), i bassi costi di manutenzione, la direzionalità della luce emessa.

Un aspetto importante da sottolineare è l'assenza di sostanze tossiche e nocive, che consente ai led di essere smaltiti tra i rifiuti indifferenziati. Diversamente dalle lampade a scarica, non contengono né i fosfori presenti nei tubi fluorescenti, né gas tossici e inquinanti come i vapori di mercurio.

I bassi ingombri e pesi, unitamente alla semplicità della struttura del prodotto, sono inoltre caratteristiche che portano a ridurre l'impatto che il led esercita sull'ambiente.

Le modalità applicative dei led nel settore illuminazione sono principalmente due: applicazioni in retrofit o sostituzione totale dell'apparecchio illuminante. Per la p.i. la modalità in genere adottata è la seconda, impiegando quando possibile il supporto (in genere un palo) presente in precedenza. Un problema importante, che limita le applicazioni in retrofit, è l'energia termica sviluppata dalla lampada, difficile da dissipare nelle armature preesistenti.

### Calcolo del risparmio di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento

Nell'ottica di fornire all'operatore una procedura di semplice applicazione, senza dover ricorrere a misurazioni dirette come è nello spirito delle procedure standardizzate, il calcolo dei risparmi è stato condotto a parità di flusso utile, sotto definite condizioni e per definite tipologie di applicazione, riportate nelle "condizioni di applicabilità della procedura".

Il risparmio specifico lordo è calcolato come segue:

$$RSL = (P_{RIFe} - P_{LEDe}) \cdot f_E \cdot h \quad [10^{-3} \text{tep/anno/sistema}]$$

Dove:

$P_{LEDe}$  = Potenza effettiva del corpo illuminante a led

$P_{RIFe}$  = Potenza effettiva di baseline



- $f_E$  = fattore di conversione pari a  $0,187 \cdot 10^{-3}$  tep/kWh, come previsto dalla delibera EEN 3/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;  
 $h$  = ore annue di funzionamento;

Le potenze effettive tengono conto dei consumi accessori.

Come tecnologia di riferimento, da cui il pedice "RIF", si è considerata la tecnologia a vapori di sodio ad alta pressione (SAP), che sebbene non sia rappresentativa della totalità dell'installato, costituisce odiernamente la tecnologia di riferimento nel caso di interventi di sostituzione di lampade nel settore della p.i. I risparmi attribuiti dalla presente scheda alla sostituzione di sistemi con lampade a vapori di mercurio con nuovi sistemi a led non sono i risparmi effettivamente ottenibili, ma quelli che si otterrebbero rispetto alla tecnologia di riferimento, ossia lampade a vapori di sodio (dunque risparmi energetici inferiori).

Si ipotizza, per una corretta attribuzione dei risparmi, una sostituzione a parità di flusso utile, ossia:

$$\Phi_{LED} = \Phi_{SAP}$$

Con:

$\Phi_{LED}$  = flusso luminoso corpo a led

$\Phi_{RIF} = \Phi_{SAP}$  = flusso luminoso SAP

Tali flussi sono stati espressi in funzione di vari parametri tra cui i fattori di manutenzione, di utilizzazione. Per le relazioni e parte dei dati impiegati si è fatto riferimento ai seguenti rapporti, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti e riferimenti: "Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs" a cura di P.Van Tichelen, T.Geerken, B.Jansen, M.Vanden Bosch, V.Van Hoof, L.Vanhooydonck, A.Vercalsteren svolto all'interno del Contract TREN/D1/40-2005/LOT9/S07.56457, agli studi condotti dalla società ERSE (ora RSE) sulle procedure di valutazione dei risparmi (in particolare al rapporto a cura di Alabiso et.al. "Studi di supporto all'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas nel meccanismo dei certificati bianchi nell'Applicazione dei Decreti sul risparmio energetico. Attività svolte nel 2007"), ai Documenti di Consultazione Pubblicati dall'Autorità in occasione delle proposte di nuove schede e a dati commerciali (in particolare al Documento di consultazione 24/10/04).

$$\Phi_{LED} = f(UF_{LED}, LMF_{LED}, LLMF_{LED}, LLO_{LED})$$

$$\Phi_{RIF} = f(UF_{RIF}, LMF_{RIF}, LLMF_{RIF}, LLO_{RIF})$$

Con:

UF = "Utilization Factor";

LMF = "luminaire maintenance factor";

LLMF = "lamp lumen maintenance factor";

LLO = "Lamp lumen output".

Uguagliando e semplificando si giunge a una relazione che esprime la potenze P in funzione della potenza del corpo a led. Fatto ciò, per vari valori di  $P_{LED}$  si ricavano le  $P_{RIFe}$  e le  $P_{LEDe}$ .

Per la determinazione delle potenze effettive si è proceduto come segue:

Per  $P_{RIFe}$  si fa riferimento alla relazione considerata nel DCO 27/10/04 per le lampade a vapori di sodio; il DCO è stato propedeutico alla realizzazione della scheda tecnica n. 18 "Sostituzione di lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti di Pubblica Illuminazione":

$$P_{RIFe} = 1,2 \cdot P_{RIF} - 0,00046 \cdot P_{RIF}^2$$

Estrapolando un analogo legame



$$P_{LEDe} = f(P_{LED})$$

si determina

$$\Delta P = P_{RIFe} - P_{LEDe}$$

e, di conseguenza:

$$RSL = \Delta P \cdot f_E \cdot h \quad [10^{-3} \text{tep/anno/sistema}]$$

I valori di risparmio nel caso di assenza di regolatori di flusso luminoso nella situazione ante-intervento sono riportati in Tabella 1. Le ore di funzionamento sono determinate in 4.200 h/anno.

Caso 1: assenza di regolatore di flusso luminoso nell'impianto precedente	
P [W]	RSL ( $10^{-3}$ tep/anno/sistema)
<30 W	13,0
40	25,3
60	36,7
80	47,5
100	57,5
>100	66,7

Tabella 1: RSL in assenza di regolatore di flusso luminoso nella situazione pre-intervento

Per il caso di presenza di regolatori di flusso luminoso nella situazione pre-intervento si è fatto riferimento al numero di ore equivalenti adottato nel DCO del 27/10/04 per il calcolo dei risparmi della scheda n.3 (successivamente pubblicata come scheda n.18) relativamente al "Caso 2 sostituzione in presenza di un regolatore di flusso". I valori di risparmio sono riportati nella seguente tabella 2:

Caso 2: presenza di regolatore di flusso luminoso nell'impianto precedente	
P [W]	RSL ( $10^{-3}$ tep/anno/sistema)
<30 W	10,4
40	20,2
60	29,4
80	38,0
100	46,0
>100	53,3

Tabella 2: RSL in presenza di regolatore di flusso luminoso nella situazione pre-intervento

Per valori di potenza intermedi tra quelli proposti, si procede in entrambi i casi per interpolazione lineare.



## Scheda tecnica n. 47E - Sostituzione di frigoriferi, frigocongelatori, congelatori, lavabiancheria, lavastoviglie con prodotti analoghi a più alta efficienza

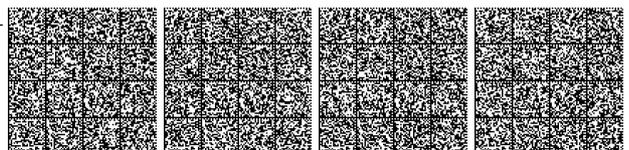
### 1. ELEMENTI PRINCIPALI

#### 1.1 Descrizione dell'intervento

Categoria di intervento <sup>1</sup> :	CIV-ELET ) Settori residenziale e terziario: elettrodomestici per il lavaggio e per la conservazione dei cibi
Vita utile <sup>2</sup> :	U = 5 anni
Vita Tecnica <sup>2</sup> :	T = 15 anni
Settore di intervento:	Domestico
Tipo di utilizzo:	Riduzione dei consumi di energia elettrica degli elettrodomestici
<b>Condizioni di applicabilità della procedura</b>	
La scheda si applica nella sostituzione di frigoriferi, frigo-congelatori, congelatori verticali, congelatori orizzontali o a pozzetto, lavabiancheria, lavastoviglie con prodotti analoghi a più alta efficienza.	

#### 1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione <sup>3</sup>	Valutazione standardizzata		
Unità fisica di riferimento (UFR) <sup>2</sup> :	N. 1 frigorifero, frigo-congelatore, congelatore verticale, congelatore orizzontale o a pozzetto, lavabiancheria, lavastoviglie		
<b>Risparmio specifico lordo (RSL)</b> di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento; si ricava dalla tabella sottostante in funzione della classe di efficienza e della tipologia di elettrodomestico			
	<b>Classe</b>	<b>RSL</b> <b>[tep/anno/elettrodomestico]</b>	
<b>Frigoriferi:</b>	A++	6,358 x 10 <sup>-3</sup>	
	A+++	12,716 x 10 <sup>-3</sup>	
<b>Frigo-congelatori:</b>	A++	12,903 x 10 <sup>-3</sup>	
	A+++	25,806 x 10 <sup>-3</sup>	
<b>Congelatori verticali:</b>	A++	11,220 x 10 <sup>-3</sup>	
	A+++	22,253 x 10 <sup>-3</sup>	
<b>Congelatori orizzontali o a pozzetto:</b>	A++	11,407 x 10 <sup>-3</sup>	
	A+++	23,001 x 10 <sup>-3</sup>	
<b>Lavatrici:</b>	Capacità (kg)		
	A++	4	3,14 x 10 <sup>-3</sup>
	A+++	4	5,83 x 10 <sup>-3</sup>
	A++	4,5	3,45 x 10 <sup>-3</sup>
	A+++	4,5	6,40 x 10 <sup>-3</sup>
	A++	5	3,75 x 10 <sup>-3</sup>
	A+++	5	6,97 x 10 <sup>-3</sup>
	A++	5,5	4,06 x 10 <sup>-3</sup>
	A+++	5,5	7,54 x 10 <sup>-3</sup>
	A++	6	4,37 x 10 <sup>-3</sup>
	A+++	6	8,11 x 10 <sup>-3</sup>
	A++	7	4,98 x 10 <sup>-3</sup>
	A+++	7	9,25 x 10 <sup>-3</sup>
	A++	8	5,60 x 10 <sup>-3</sup>
	A+++	8	10,40 x 10 <sup>-3</sup>
A++	9	6,21 x 10 <sup>-3</sup>	



	A+++	9	11,54	$\times 10^{-3}$
	A++	10	6,83	$\times 10^{-3}$
	A+++	10	12,68	$\times 10^{-3}$
	A++	11	7,44	$\times 10^{-3}$
	A+++	11	13,83	$\times 10^{-3}$
<b>Lavastoviglie:</b>		<b>Capacità (coperti)</b>		
	A+	5	4,44	$\times 10^{-3}$
	A++	5	8,32	$\times 10^{-3}$
	A+++	5	11,64	$\times 10^{-3}$
	A+	6	4,88	$\times 10^{-3}$
	A++	6	9,15	$\times 10^{-3}$
	A+++	6	12,81	$\times 10^{-3}$
	A+	8	5,77	$\times 10^{-3}$
	A++	8	10,81	$\times 10^{-3}$
	A+++	8	15,14	$\times 10^{-3}$
	A+	9	6,21	$\times 10^{-3}$
	A++	9	11,64	$\times 10^{-3}$
	A+++	9	16,30	$\times 10^{-3}$
	A+	10	6,65	$\times 10^{-3}$
	A++	10	12,47	$\times 10^{-3}$
	A+++	10	17,46	$\times 10^{-3}$
	A+	11	7,10	$\times 10^{-3}$
	A++	11	13,31	$\times 10^{-3}$
	A+++	11	18,63	$\times 10^{-3}$
	A+	12	7,54	$\times 10^{-3}$
	A++	12	14,14	$\times 10^{-3}$
	A+++	12	19,79	$\times 10^{-3}$
	A++	13	7,22	$\times 10^{-3}$
	A+++	13	13,41	$\times 10^{-3}$
	A++	14	7,33	$\times 10^{-3}$
	A+++	14	13,61	$\times 10^{-3}$
	A++	15	7,44	$\times 10^{-3}$
	A+++	15	13,81	$\times 10^{-3}$

#### Procedura per la determinazione del Numero di Unità Fisiche di Riferimento ( $N_{UFR}$ )

Il  $N_{UFR}$  può essere determinato attraverso:

- Documentazione a consuntivo;
- Stima tramite il numero di unità immesse sul mercato italiano<sup>5</sup> (di seguito *sell-in*);
- Stima tramite indagine campionaria sulle vendite al dettaglio.

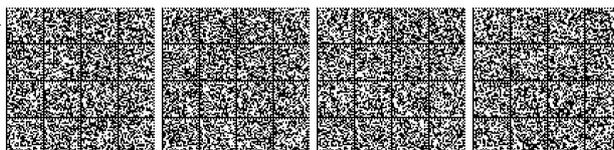
Il  $N_{UFR}$  stimato tramite il *sell-in* sarà decurtato sia del numero di unità esportate e invendute desunte dalle statistiche ufficiali, riportato nella Tabella 1, sia del numero di unità desunte attraverso la documentazione a consuntivo, al fine di evitare il doppio conteggio delle unità.

Tipologia	Quota <i>sell-in</i> esportata	Quota <i>sell-in</i> invenduta
Libera installazione	5%	5%
Incasso	25%	5%

Fonte: Elaborazione ENEA su dati PROMETEIA

Tabella 1 – Quota di *sell-in* esportata e invenduta

Il  $N_{UFR}$  stimato tramite indagine campionaria sarà decurtato sia dell'errore di campionamento stimato sia del numero di unità desunte attraverso la documentazione a consuntivo al fine di evitare il doppio conteggio delle unità.



Coefficiente di addizionalità <sup>2</sup> :	$a = 100\%$
Coefficiente di durabilità <sup>2</sup> :	$\tau = 2,65$
Quote annue dei risparmi di energia primaria [tep/a] <sup>2</sup> :	
<b>Risparmio netto contestuale (RNc):</b>	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
<b>Risparmio netto anticipato (RNa):</b>	$RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$
<b>Risparmio netto integrale (RNI):</b>	$RNI = RNc + RNa = \tau \cdot RNC$
Tipi di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento <sup>4</sup> :	Tipo I

## 2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

- Articolo 6, decreti ministeriali 20 luglio 2004 e s.m.i.
- Gli elettrodomestici devono essere etichettati secondo quanto previsto dal Regolamento Delegato (UE) N. 1059/2010, 1060/2010 e 1061/2010 della Commissione del 28 settembre 2010 che integra la direttiva 2010/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda l'etichettatura indicante il consumo d'energia e s.m.i.
- L'indagine campionaria sulle vendite al dettaglio deve essere eseguita da imprese non partecipanti, partecipate, controllanti, controllate ovvero collegate al soggetto titolare del progetto e operanti nel settore delle *Ricerche di mercato e sondaggi di opinione*<sup>6</sup> da almeno 10 anni.
- Il piano di campionamento adottato per l'indagine campionaria sulle vendite al dettaglio deve prevedere almeno una doppia stratificazione per grandi ripartizioni geografiche italiane e canali di vendita al dettaglio, di seguito definite:
  - **Grandi ripartizioni geografiche italiane:**
    - *Nord-ovest:* Piemonte, Valle D'Aosta, Lombardia, Liguria;
    - *Nord-est:* Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna;
    - *Centro:* Toscana, Umbria, Marche, Lazio;
    - *Sud e isole:* Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna.
  - **Canali di vendita al dettaglio:**
    - 1) **Grande distribuzione:** devono essere incluse nella rilevazione:
      - Le imprese non specializzate a prevalenza alimentare, di cui:
        - Ipermercati<sup>7</sup>;
      - Le imprese non specializzate a prevalenza non alimentare:
        - Grande magazzino;
        - Esercizio non specializzato di computer, periferiche, attrezzature per le telecomunicazioni, elettronica di consumo audio e video, elettrodomestici<sup>8</sup>;
      - Le grandi superfici specializzate<sup>9</sup>.
    - 2) **Non grande distribuzione:** devono essere inclusi nella rilevazione:
      - Punti di vendita operanti su piccola superficie<sup>10</sup>;
    - 3) **Mobilieri** (che vendono più di 15 cucine l'anno).

Inoltre, il campione dovrà considerare, senza stratificazione per grandi ripartizioni geografiche, italiane anche il canale di vendita al dettaglio dei *pure players* con dominio italiano (.it) che vendono online prodotti di informatica, elettronica di consumo, elettrodomestici e telefonia.

- L'errore di campionamento massimo accettato per il  $N_{UFR}$  stimate è pari al 5% ad un livello di confidenza minimo del 98%.
- L'errore di campionamento massimo accettato sulla quota di mercato detenuta dal soggetto titolare del progetto è pari al 2% ad un livello di confidenza minimo del 98%.



### 3. DOCUMENTAZIONE DA TRASMETTERE

- Nel caso di determinazione del  $N_{UFR}$  tramite documentazione a consuntivo:  
Archivio informatizzato per ciascuna tipologia di elettrodomestico del  $N_{UFR}$ , con suddivisione tra apparecchi a libera installazione e apparecchi da incasso, marca, classe energetica e, ove previsto, capacità.
- Nel caso di determinazione del  $N_{UFR}$  tramite il *sell-in*:  
Archivio informatizzato per ciascuna tipologia di elettrodomestico del *sell-in* con suddivisione tra apparecchi a libera installazione e apparecchi da incasso, marca, classe energetica e, ove previsto, capacità.
- Nel caso di determinazione del  $N_{UFR}$  tramite indagine campionaria sulle vendite al dettaglio:
  - Archivio informatizzato per ciascuna tipologia di elettrodomestico sia del *sell-in* sia del  $N_{UFR}$  stimate con suddivisione tra apparecchi a libera installazione e apparecchi da incasso, marca, classe energetica, capacità<sup>11</sup>, errore di campionamento e relativo livello di confidenza;
  - Nome dell'impresa che ha eseguito l'indagine campionaria;
  - Piano di campionamento adottato;
  - Quota di mercato stimata detenuta dal proponente, relativo errore di campionamento e livello di confidenza.

### 4. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE DA CONSERVARE

- Nel caso di determinazione del  $N_{UFR}$  tramite documentazione a consuntivo:
  - Nome, cognome, codice fiscale, indirizzo e recapito telefonico di ogni cliente partecipante;
  - Fatture di acquisto con specifica dei componenti.
- Nel caso di determinazione del  $N_{UFR}$  tramite il *sell-in*:  
Documentazione contabile del *sell-in* dichiarato.
- Nel caso di determinazione del  $N_{UFR}$  tramite indagine campionaria:
  - Documentazione contabile del *sell-in* dichiarato;
  - Indagine campionaria da cui è stata estratta la documentazione trasmessa;
  - Nominativo di un referente dell'impresa che ha eseguito l'indagine campionaria.

### 5. CHIARIMENTI APPLICATIVI

A titolo di esempio, se il *sell-in* dichiarato per i frigoriferi ad incasso di classe A++ di marca XY è pari a 100.000 e il  $N_{UFR}$  desunto attraverso la documentazione a consuntivo per i frigoriferi ad incasso di classe A++ di marca XY è pari a 20.000, il  $N_{UFR}$  considerato ai fini del rilascio dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE) sarà pari a:

$$100.000 - (100.000 \cdot 0.25) - (100.000 \cdot 0.05) - 20.000 = 50.000.$$

A titolo di esempio, se il  $N_{UFR}$  stimato tramite indagine campionaria per i congelatori verticali a libera installazione di classe A+++ di marca YZ è pari a  $50.000 \pm 3\%$  ad un livello di confidenza del 98% e il  $N_{UFR}$  desunto attraverso la documentazione a consuntivo per i congelatori verticali a libera installazione di classe A+++ di marca YZ è pari a 12.000, il  $N_{UFR}$  considerato ai fini del rilascio dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE) sarà pari a:

$$50.000 - (50.000 \cdot 0.03) - 12.000 = 36.500.$$



---

Note:

<sup>1</sup> Tra quelle elencate nella Tabella 2 dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.

<sup>2</sup> Di cui all'articolo 1, comma 1, dell'Allegato A alla deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.

<sup>3</sup> Di cui all'articolo 3 della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.

<sup>4</sup> Di cui all'articolo 17 della deliberazione 27 ottobre 2011, EEN 9/11.

<sup>5</sup> Si intende la prima transazione commerciale ad un cliente italiano.

<sup>6</sup> Classificazione ATECO 2007, codice M.73.20.

<sup>7</sup> Esercizio di vendita al dettaglio con superficie di vendita superiore a 2.500 metri quadrati, articolato in reparti (alimentari e non alimentari), ciascuno dei quali avente, rispettivamente, le caratteristiche di supermercato e di grande magazzino.

<sup>8</sup> In entrambi i casi si tratta di un esercizio di vendita al dettaglio di prodotti quasi esclusivamente non alimentari, che dispone generalmente di una superficie di vendita superiore a 400 mq e offre un assortimento di prodotti appartenenti a diversi settori merceologici (quali, ad esempio, elettronica di consumo, elettrodomestici, abbigliamento, mobili, articoli per la casa).

<sup>9</sup> Sono definite come imprese commerciali che attuano la vendita, attraverso esercizi in sede fissa, di una tipologia unica o prevalente di prodotti non alimentari, su una superficie di vendita generalmente superiore ai 400 metri quadrati con caratteristiche organizzative proprie della grande distribuzione.

<sup>10</sup> Punto di vendita specializzato, non appartenente alla grande distribuzione, caratterizzato da una superficie inferiore ai 400 metri quadrati.

<sup>11</sup> Ove previsto.

**12A13722**

---

MARCO MANCINETTI, *redattore*

DELIA CHIARA, *vice redattore*

---

(WI-GU-2012-SON-192) Roma, 2013 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. - S.

