



## **Valore del fattore emissivo relativo all'energia elettrica fornita ai veicoli stradali a trazione elettrica**

da adottare ai fini della comunicazione annuale al GSE di cui **all'articolo 7bis, comma 2, del  
decreto legislativo 21 marzo 2005, n. 66**

Maggio 2018

## INDICE

<b>1</b>	<b>Contesto normativo e valore del fattore emissivo relativo all'energia elettrica fornita ai veicoli stradali a trazione elettrica</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Metodologia di calcolo utilizzata</b>	<b>4</b>
2.1	Calcolo del fattore emissivo di alimentazione dei veicoli elettrici	4
2.2	Fattori emissivi di riferimento forniti da JRC	4
2.3	Metodologia di calcolo utilizzata da GSE per la stima del fattore emissivo medio dei consumi elettrici nazionali	5
<b>3</b>	<b>Dati di produzione di energia elettrica, consumi ed emissioni</b>	<b>7</b>
3.1	Produzione elettrica per fonte e consumi	7
3.2	Fattori emissivi specifici utilizzati	7
3.3	Emissioni di gas serra riconducibili all'energia elettrica consumata	8

## **1 Contesto normativo e valore del fattore emissivo relativo all'energia elettrica fornita ai veicoli stradali a trazione elettrica**

Ai fini della comunicazione annuale al GSE di cui **all'articolo 7bis, comma 2, del decreto legislativo 21 marzo 2005, n. 66**, il valore **dell'intensità delle emissioni di gas a effetto serra** relative alla produzione e all'utilizzo **dell'energia elettrica fornita ai veicoli stradali a trazione elettrica** per l'anno d'obbligo 2017 è **pari a 397 gCO<sub>2eq</sub>/kWh**.

Tale fattore emissivo, elaborato dal GSE in accordo a quanto previsto dall'art.4 del Decreto Direttoriale 15 maggio 2018, tiene conto delle emissioni specifiche del mix di fonti energetiche utilizzato per la produzione di energia elettrica, dei rendimenti di conversione, delle emissioni afferenti la fase di upstream, delle perdite di rete, degli scambi con l'estero e dei fattori emissivi indicati come riferimento dalla Commissione.

Tale valore può essere aggiornato annualmente.

Nella trattazione che segue sono indicati puntualmente le metodologie di calcolo e i dati utilizzati per la sua elaborazione.

## 2 Metodologia di calcolo utilizzata

### 2.1 Calcolo del fattore emissivo di alimentazione dei veicoli elettrici

Il fattore emissivo relativo all'alimentazione dei veicoli elettrici ( $FE_{GHG\ LCA\ e-veic}$ ) è stato calcolato moltiplicando il fattore emissivo dei consumi elettrici in Italia, indicato dalla Commissione sulla base di studi JRC, con un fattore di aggiornamento elaborato da GSE. Il fattore di aggiornamento tiene conto delle variazioni del fattore emissivo dei consumi elettrici nazionali tra l'ultimo anno di cui si dispongono bilanci energetici nazionali consolidati e quello di riferimento (2013) utilizzato da JRC<sup>1</sup>.

Il calcolo è stato effettuato mediante le seguenti formule:

$$FE_{GHG\ LCA\ e-veic} = FE_{GHG\ el\ IT-JRC\ 2013} \cdot FA_{GHG\ el\ IT-GSE\ i}$$

$$FA_{GHG\ el\ IT-GSE\ i} = \frac{FE_{GHG\ LCA\ el\ IT-GSE\ i}}{FE_{GHG\ LCA\ el\ IT-GSE\ 2013}}$$

$FE_{GHG\ LCA\ e-veic}$ : fattore emissivo relativo ai gas serra associati all'elettricità prodotta e fornita ai veicoli elettrici

$FE_{GHG\ el\ IT-JRC\ 2013}$ : fattore emissivo relativo ai gas serra associati ai consumi elettrici in Italia in MT valutato da JRC su dati energetici ed emissivi del 2013

$FA_{GHG\ el\ IT-GSE\ i}$ : fattore di aggiornamento del fattore emissivo di riferimento JRC calcolato tramite rapporto tra i fattori emissivi associati ai consumi elettrici in MT elaborati ogni anno i da GSE ( $FE_{GHG\ LCA\ el\ IT-GSE\ i}$ ). Nelle elaborazioni che seguono l'anno i utilizzato è il 2016.

### 2.2 Fattori emissivi di riferimento forniti da JRC

Nella tabella a seguire si riportano i valori dei fattori emissivi di gas serra, elaborati da JRC con una metodologia uniforme per tutti gli stati membri su dati del 2013<sup>2</sup>.

**Tabella 1:** fattori emissivi dei consumi elettrici in EU28 e in Italia fonte JRC

	Descrizione	Fonte	Anno riferimento	Unità	Valore
$FE_{GHG\ ele\ IT-JRC\ 2013}$	Fattori emissivo medio energia elettrica prelevata in Italia in media tensione	JRC	2013	gCO <sub>2eq</sub> /kWh	432
$FE_{GHG\ ele\ EU-JRC\ 2013}$	Fattori emissivo medio energia elettrica prelevata EU28 in media tensione				417

<sup>1</sup> tale approccio consente da un lato di adottare un metodo di contabilizzazione omogeneo tra gli stati membri come richiesto dalla Commissione e al contempo di tener conto dei dati statistici più aggiornati disponibili in ambito energetico e di emissioni

<sup>2</sup> indicati come riferimento per gli stati membri nei documenti di lavoro inoltrati dalla Commissione European Commission, Joint Research Centre (JRC) – Moro et al. Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles 2017 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920916307933>

## 2.3 Metodologia di calcolo utilizzata da GSE per la stima del fattore emissivo medio dei consumi elettrici nazionali

Il fattore emissivo associato ai consumi elettrici elaborato annualmente dal GSE ( $FE_{GHG\ LCA\ el\ IT-GSE\ i}$ ) è calcolato secondo la seguente:

$$FE_{GHG\ LCA\ el\ IT-GSE\ i} = \frac{Em_{CO_2\ LCA\ el\ IT\ i}}{Cons_{ele\ IT\ i}}$$

con:

$Em_{GHG\ ele\ LCA\ IT\ i}$ : emissioni di gas serra associate al consumo di elettricità in Italia considerando l'intero ciclo di vita delle risorse energetiche (comprensiva della fase di upstream dei combustibili, della fase di esercizio degli impianti e il trasporto)

$Cons_{ele\ IT\ i}$ : Consumi elettrici nazionali

Le emissioni di gas serra prodotte per la produzione e fornitura di elettricità in Italia sono state calcolate secondo la seguente

$$Em_{GHG\ LCA\ el\ IT\ i} = Em_{GHG\ LCA\ el\ prod\ IT\ i} + Em_{GHG\ LCA\ el\ imp\ i}$$

con:

$Em_{GHG\ LCA\ el\ prod\ IT\ i}$ : emissioni di gas serra nell'anno  $i$  associate ai consumi elettrici soddisfatti dalla produzione di energia elettrica nazionale considerando l'intero ciclo di vita del mix di risorse energetiche utilizzate

$Em_{GHG\ LCA\ el\ imp\ IT\ i}$ : emissioni di gas serra nell'anno  $i$  associate ai consumi elettrici soddisfatti mediante importazioni considerando l'intero ciclo di vita delle risorse energetiche impiegate:

$$Em_{GHG\ LCA\ el\ imp\ i} = FE_{GHG\ ele\ EU-JRC\ 2013} \cdot Cons_{ele\ IT\ i} \cdot \%Imp_n$$

con:

$\%Imp_n$ : quota annuale di importazioni di energia elettrica calcolato tramite il rapporto tra saldo import-export e consumi nazionali

Le emissioni di gas serra riconducibili ai consumi elettrici nazionali coperti da produzione nazionali sono state calcolate ricostruendo il mix di fonti con cui viene prodotta l'elettricità, essendo ciascuna di queste caratterizzata da un rendimento di conversione caratteristico ed uno specifico fattore emissivo:

$$Em_{GHG\ LCA\ ele\ prod\ IT\ i} = \sum_j Q_{in\ fonte\ ij} \cdot FE_{GHG\ LCA\ fonte\ ij}$$
$$Q_{in\ fonte\ j} = \frac{Prod_{ele\ fonte\ ij}}{\eta_{ele\ fonte\ ij}}$$

con:

$FE_{GHG\ LCA\ fonte\ j}$  : Fattore emissivo specifico nell'anno  $i$  della fonte  $j$  afferente le emissioni di gas serra prodotte nell'intero ciclo di vita di reperimento e sfruttamento della risorsa energetica

$Q_{in\ fonte\ j}$ : Energia primaria da una fonte  $j$  per la sola produzione di energia elettrica dell'anno  $i$

$Prod_{ele\ fonte\ j}$ : Produzione di energia elettrica da una specifica fonte  $j$

$\eta_{ele\ fonte\ j}$ : Rendimento elettrico di conversione medio della fonte  $j$

La produzione elettrica nazionale è caratterizzata da una rilevante quota di produzione elettrica in cogenerazione, di conseguenza i consumi totali degli impianti termoelettrici e le relative emissioni sono da imputare in quota parte anche alla produzione di calore. Per disaggregare i consumi totali e le relative emissioni tra produzione di calore ed elettricità cogenerata esistono diverse metodologie in letteratura, nella presente stima si è utilizzato il "Benefit distribution method"<sup>3</sup>, dove i consumi totali sono attribuiti alla parte elettrica e termica sulla base della seguente<sup>4</sup>:

$$Q_{in-E} = \frac{Q_{in\ tot} \cdot \frac{E_{el}}{\eta_{rifE}}}{\frac{E_{el}}{\eta_{rifE}} + \frac{Q_u}{\eta_{rifH}}}; \quad Q_{in-H} = \frac{Q_{in\ tot} \cdot \frac{Q_u}{\eta_{rifH}}}{\frac{E_{el}}{\eta_{rifE}} + \frac{Q_u}{\eta_{rifH}}}$$

con:

$Q_{in\ tot}$  : Consumi di combustibili totali da cogenerazione

$Q_u$ : Calore utile prodotto da cogenerazione

$E_{el}$ : Elettricità prodotta da cogenerazione

$\eta_{rifE}$ : rendimento elettrico di riferimento per la produzione elettrica separata

$\eta_{rifH}$ : rendimento termico di riferimento per la produzione termica separata

<sup>3</sup> Per maggiori dettagli si rimanda allo studio <http://documents.worldbank.org/curated/en/948891468771619606/Regulation-of-heat-and-electricity-produced-in-combined-heat-and-power-plants>

<sup>4</sup> Si è assunto per i diversi combustibili un rapporto  $\eta_{rifH}/\eta_{rifE}=2$

## 3 Dati di produzione di energia elettrica, consumi ed emissioni

### 3.1 Produzione elettrica per fonte e consumi

I dati di input utilizzati per il calcolo del mix di consumi impiegati per la fornitura di energia elettrica sono stati desunti dai dati statistici di Terna e GSE.

**Tabella 2:** Dati sulla produzione di energia elettrica e sui consumi per fonte.

Grandezza fisica	Fonte energetica	Unità	2013	2014	2015	2016
Produzione lorda elettrica ( $E_{el}$ )	Solidi	GWh	45.105	43.455	43.201	35.608
	Gas Naturale	GWh	108.876	93.637	110.860	126.148
	Petroliferi	GWh	5.418	4.764	5.620	4.127
	Pompaggi	GWh	1.899	1.711	1.432	1.825
	Altre fonti non FER	GWh	16.498	15.583	12.976	14.038
	Bioenergie	GWh	17.090	18.732	19.396	19.509
	FER (escluse bioenergie)	GWh	94.918	101.946	89.508	88.513
Produzione Calore CHP ( $Q_u$ )	Solidi	TJ	1.465	1.528	1.905	1.888
	Gas Naturale	TJ	128.598	123.632	135.468	138.654
	Petroliferi	TJ	33.930	21.901	21.101	19.732
	Altre fonti non FER	TJ	17.306	18.348	20.579	24.666
	Bioenergie	TJ	31.445	37.035	34.155	34.837
Consumi per produzione elettrica e calore ( $Q_{in\ tot}$ )	Solidi	TJ	424.192	406.706	412.820	337.386
	Gas Naturale	TJ	851.161	751.950	858.738	958.857
	Petroliferi	TJ	84.469	69.423	71.558	55.477
	Altre fonti non FER	TJ	151.144	150.377	134.648	145.573
	Bioenergie	TJ	209.790	224.898	211.311	214.497
Produzione lorda elettrica ( $E_{el}$ )	Totale	GWh	289.803	279.829	282.994	289.768
Produzione netta elettrica ( $E_{el-n}$ )	Totale	GWh	278.832	269.148	272.428	279.702
Assorbimento elettrico	Pompaggi	GWh	2.495	2.329	1.909	2.468
Saldo import-export ( $Imp_n$ )	Totale	GWh	42.138	43.716	46.378	37.026
Perdite di rete	Totale	GWh	21.187	19.452	19.717	18.753
Consumi ( $C_{el}$ )	Totale	GWh	297.288	291.083	297.180	295.508

### 3.2 Fattori emissivi specifici utilizzati

I fattori di emissione di gas serra specifici per fonte energetica riportati nella Tabella 3 sono stati desunti dalle seguenti fonti:

- Fattori emissivi (fase esercizio) dei combustibili fossili: ISPRA - National Inventory Report 2018 settore *public electricity and heat production*<sup>5</sup>
- Fattori emissivi (fase esercizio ed upstream) delle rinnovabili: GSE - Progress Report 2017 ai sensi della Direttiva 28/2009/CE utilizzati per il calcolo delle emissioni evitate dalle rinnovabili<sup>6</sup>
- Fattori emissivi (fase upstream) dei combustibili fossili e fattori emissivi medi dell'elettricità consumata in MT per l'Italia per l'unione Europea: European Commission, Joint Research Centre (JRC) – Moro et al. Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles 2017

<sup>5</sup> <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/national-inventory-report/view>

<sup>6</sup> <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/progress-reports>

I fattori di emissione relativi alla fase di upstream e all'elettricità consumata in UE sono stati considerati costanti, mentre per quanto riguarda i fattori emissivi della fase di esercizio sono stati utilizzati i valori annuali forniti dal NIR Ispra.

**Tabella 3:** fattori di emissione di gas serra relativi alle diverse fonte energetiche

Grandezza fisica	Fonte energetica	Fonte dato	Unità	2013	2014	2015	2016
Fattori emissivi GHG combustione	Solidi	ISPRA	gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	94,6	94,5	95,1	95,1
	Gas Naturale		gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	57,1	57,0	57,3	57,3
	Petroliferi		gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	76,7	76,7	76,7	76,7
	Altre fonti non FER		gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	91,6	93,2	91,1	91,1
	Bioenergie	GSE	gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	1,3	1,3	1,3	1,3
Fattori emissivi GHG upstream combustibili	Solidi	JRC	gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	16,0	16,0	16,0	16,0
	Gas Naturale		gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	12,8	12,8	12,8	12,8
	Petroliferi		gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	10,7	10,7	10,7	10,7
	Altre fonti non FER <sup>(*)</sup>	GSE	gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bioenergie		gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>in</sub>	14,9	15,4	16,1	14,7
Fattori emissivi GHG elettricità lorda FER (esercizio-upstream)	Totale FER – esercizio	GSE	gCO <sub>2eq</sub> /kWh	2	2	2	2
	Totale FER – upstream		gCO <sub>2eq</sub> /kWh	28	30	31	29

(\*) trattandosi principalmente di gas derivati e della quota parte di rifiuti non rinnovabili utilizzati per finalità energetiche si è associato a queste fonti un fattore emissivo di upstream nullo assumendo che le emissioni legate alla produzione del combustibile siano di competenza di un'altra filiera (industria, rifiuti etc.)

### 3.3 Emissioni di gas serra riconducibili all'energia elettrica consumata

Si riportano a seguire i risultati elaborati relativi alle emissioni di gas serra riconducibili alla produzione nazionale, mix importato ed energia consumata che hanno consentito il calcolo del fattore emissivo relativo alla produzione e all'utilizzo dell'energia elettrica fornita ai veicoli stradali a trazione elettrica.

**Tabella 4:** Emissioni prodotte per consumi di energia elettrica e fattori emissivi (elaborazioni GSE)

Grandezza fisica	Fonte	Unità	2013	2014	2015	2016
Emissioni dirette CO <sub>2</sub> produzione elettrica IT	ISPRA	MtCO <sub>2</sub>	97,2	89,9	93,4	92,5
Emissioni dirette altri GHG produzione elettrica IT (**)	Elaborazione GSE	MtCO <sub>2eq</sub>	0,6	0,6	0,6	0,6
Emissioni dirette GHG produzione elettrica IT	Elaborazione GSE	MtCO <sub>2eq</sub>	97,9	90,5	94,0	93,1
Emissioni GHG LCA produzione elettrica IT <i>Em<sub>GHG LCA el prod IT i</sub></i>	Elaborazione GSE	MtCO <sub>2eq</sub>	117,7	109,2	113,9	112,6
Emissioni GHG LCA saldo import <i>Em<sub>GHG LCA el imp i</sub></i>	Elaborazione GSE	MtCO <sub>2eq</sub>	18,2	18,9	20,0	16,0
Emissioni LCA GHG consumi elettrici IT <i>Em<sub>GHG LCA el IT i</sub></i>	Elaborazione GSE	MtCO <sub>2eq</sub>	135,9	128,1	133,9	128,6
Fattore emissivo LCA GHG consumi elettrici IT <i>FE<sub>GHG LCA el IT-GSE i</sub></i>	Elaborazione GSE	gCO <sub>2eq</sub> /kWh	457	440	451	435
Fattore di aggiornamento <i>FA<sub>GHG el IT-GSE i</sub></i>	Elaborazione GSE	%	100%	96%	99%	95%
Fattore emissivo veicoli elettrici <i>FE<sub>GHG LCA e-veic</sub></i>	Elaborazione GSE	gCO <sub>2eq</sub> /kWh	417	402	411	397

(\*\*) elaborato come somma tra le emissioni di altri gas serra (CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) prodotte durante la produzione di energia elettrica sia dalle fonti fossili che dalle bioenergie





Gestore dei Servizi Energetici – GSE S.p.A.

Socio Unico Ministero dell'Economia e delle Finanze D.Lgs. 79/99

Sede Legale in Roma, Viale Maresciallo Pilsudski, 92 – 00197

Capitale sociale 26.000.000,00 Euro (i.v.)

R.E.A. di Roma n.918934

Registro Imprese di Roma, C.F. e P.IVA n.05754381001