



# **Indirizzi per la verifica climatica dei progetti infrastrutturali in Italia per il periodo 2021-2027**

Assistenza JASPERS

**Seminario**

**"Carbon Footprint: Mobilità Urbana Sostenibile,  
Energie Rinnovabili ed Efficienza Energetica"**

---

**29 Novembre 2023, ore 10:30-13:00**

## Programma del seminario:

10:30 Apertura (DPCoe, NUVAP, MASE)

Sessione 1. Introduzione alla Metodologia BEI e Caso 1 - Mobilità Urbana Sostenibile (JASPERS)  
Q&A (AdG)

Sessione 2. Caso 2 - Energie Rinnovabili ed Efficienza Energetica (JASPERS)  
Q&A (AdG)

13:00 Chiusura dell'incontro



## Programma delle attività

presentato il 24 ottobre 2023

Che cosa	Quando
1. Pubblicazione FAQ	ottobre/dicembre 2023
2. Disseminazione Indirizzi/Incontro con stakeholders	ottobre-dicembre 2023
3. PON CAPCOE - progettazione interventi di rafforzamento competenze scientifiche e tecniche e per acquisizione risorse informative/modellistiche	ottobre/dicembre 2023
4. Carbon Foot Print – Seminar: Energie Rinnovabili e dell'Efficienza Energetica - Mobilità Urbana Sostenibile	29 novembre 2023
5. Sviluppo di casi d'uso per campi di intervento omogenei	gennaio /febbraio 2024
6. Mappe sensibilità infrastrutture per macro-tipologie prevalenti	gennaio/febbraio 2024
7. Linee guida VIA-VAS	gennaio/febbraio 2024



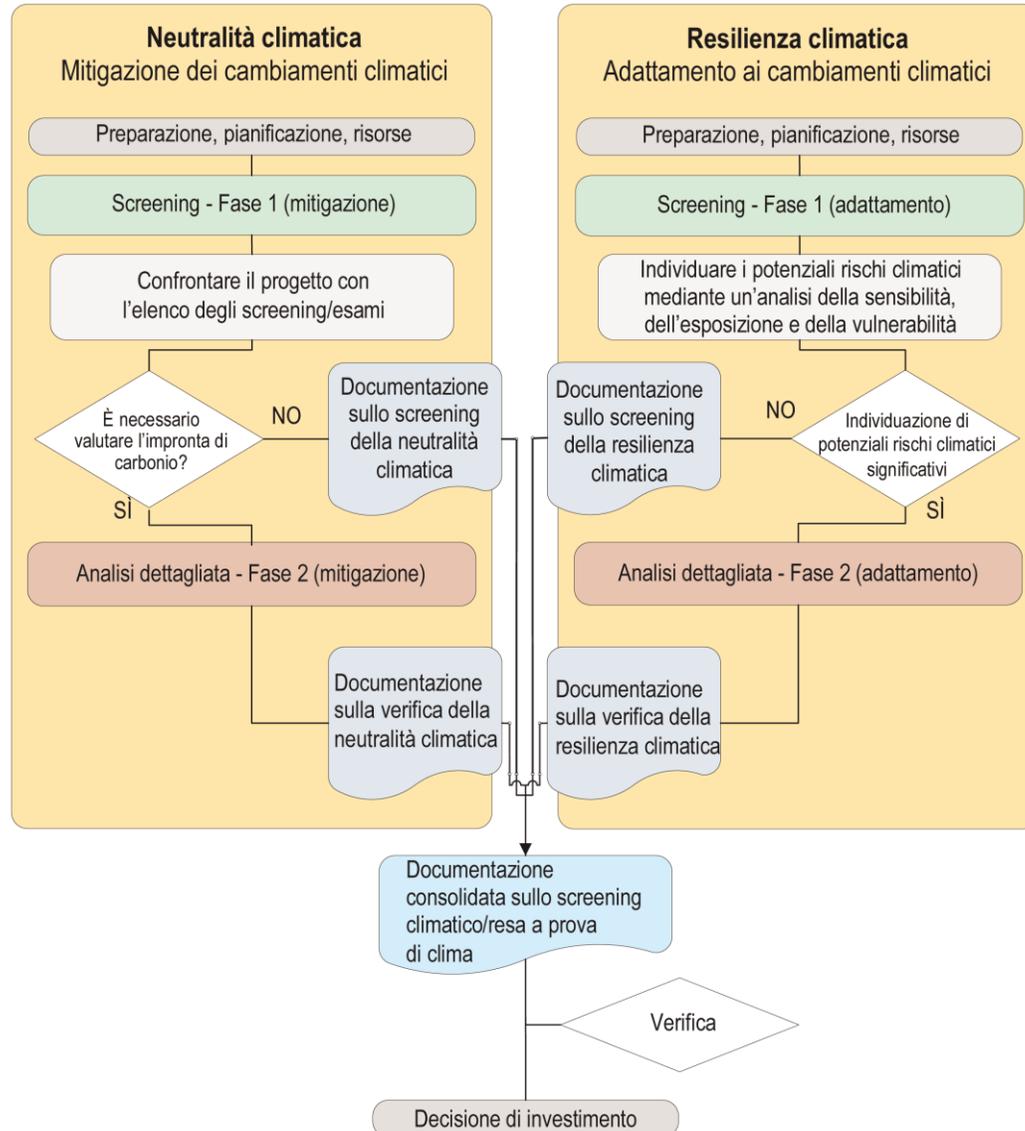


## **Introduzione**

---

**JASPERS**

# Passaggi per la verifica climatica



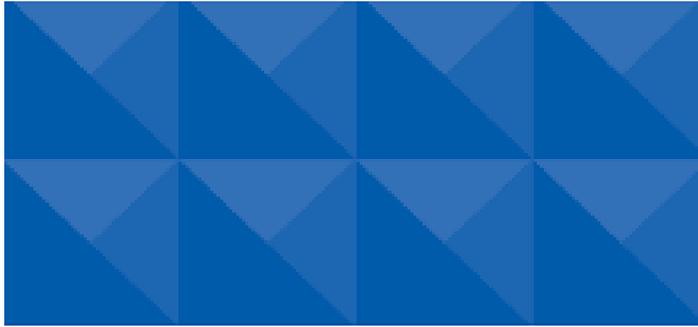
## ✓ Fase di screening (fase 1):

- Pilastro della neutralità: Valutare la necessità di quantificare le emissioni di gas a effetto serra
- Pilastro della resilienza: Analisi della vulnerabilità al cambiamento climatico

## ✓ Fase di analisi dettagliata (fase 2):

- *Pilastro della neutralità* (attenuazione del clima):
  - ✓ Quantificazione e monetizzazione delle emissioni di gas a effetto serra
  - ✓ Compatibilità con gli obiettivi italiani e dell'UE in materia di emissioni per il 2030 e il 2050
- Pilastro della Resilienza (adattamento climatico):
  - ✓ Valutazione del rischio climatico
  - ✓ Coerenza con le strategie e i piani di adattamento ai cambiamenti climatici dell'UE e nazionali, regionali e locali

# Metodologia BEI Calcolo Impronta di Carbonio (1)



## EIB Project Carbon Footprint Methodologies

Methodologies for the assessment of project greenhouse gas emissions and emission variations

Version 11.3  
January 2023



European Investment Bank  
The EU Bank

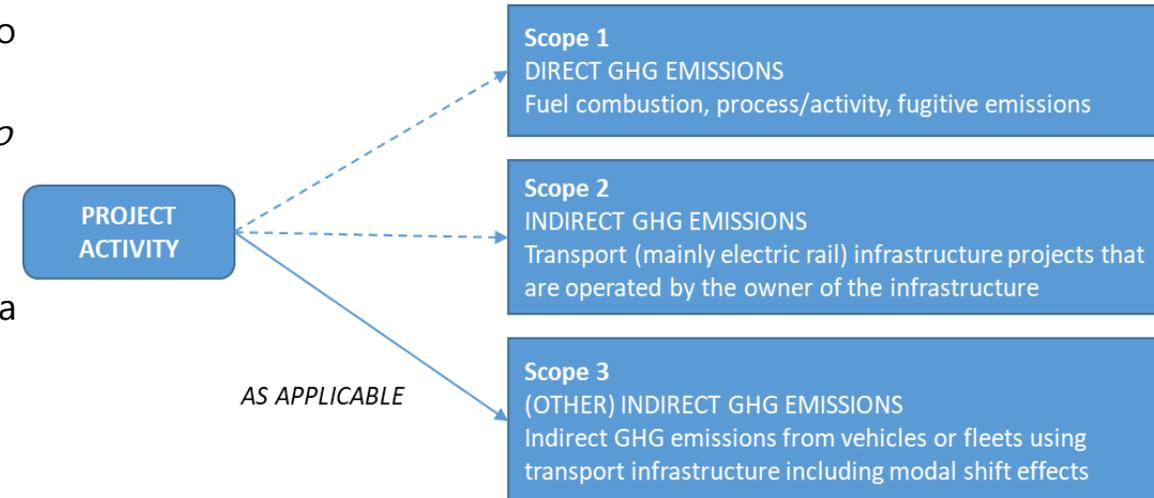
Table 2 Shadow cost of carbon for GHG emissions and reductions in €/tCO<sub>2e</sub>, 2016-prices

Year	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
€/tCO <sub>2e</sub>	80	165	250	390	525	660	800

Source: [EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025](#)

- Orientamenti tecnici EC: Quantificazione delle emissioni di gas a effetto serra utilizzando la [metodologia di misurazione impronta di carbonio della BEI](#)
- Prima versione sviluppata nel 2009
- Versione attuale 11.3 – Gennaio 2023
- Sito web BEI:  
[https://www.eib.org/attachments/lucalli/eib\\_project\\_carbon\\_footprint\\_methodologies\\_2023\\_en.pdf](https://www.eib.org/attachments/lucalli/eib_project_carbon_footprint_methodologies_2023_en.pdf)
- Metodologia sviluppata In-house da esperti BEI basata su standard internazionali e.g. IPCC, ISO 14064 parts 1 & 2, WRI GHG Protocol
- Metodologia è stata aggiornata nel tempo per includere più settori, raffinare approccio, etc.

- **Emissioni assolute:** emissioni totali prodotte dal progetto in un anno tipico di operazione (tCO<sub>2</sub>e)
- **Emissioni relative:** emissioni incrementalmente (aumento/diminuzione) tra le opzioni di investimento e non di investimento considerate nell'ACB in un normale anno di servizio/operazione (tCO<sub>2</sub>e)
- **3 Ambiti delle emissioni:**
  - **Ambito 1** — Emissioni dirette di gas a effetto serra: emissioni che si verificano fisicamente da fonti gestite dal progetto entro i limiti del progetto — ad esempio emissioni prodotte dalla combustione di combustibili fossili *(di norma non applicabili nei progetti di infrastrutture di trasporto in quanto di solito non vi sono emissioni dirette associate all'infrastruttura)*
  - **Ambito 2** — Emissioni indirette di gas a effetto serra: tiene conto delle emissioni di gas a effetto serra derivanti dalla produzione di energia elettrica consumata dal progetto. Le emissioni indirette sono prodotte al di fuori dei confini del progetto (cioè a livello di centrale elettrica), ma poiché un progetto ha il controllo dei consumi e può migliorarlo con misure di efficienza energetica, le emissioni sono pertinenti al progetto.
  - **Ambito 3** — Altre emissioni indirette di gas a effetto serra: conseguenza delle attività del progetto ma che si verificano da fonti non gestite dal Progetto (ad esempio generate dai veicoli di utenti terzi che usano l'infrastruttura)





**Sessione 1 .**  
**Caso 1 - Mobilità Urbana Sostenibile**

---

**JASPERS**



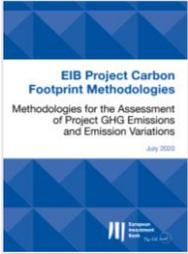
## **Verifica Climatica: Calcolo emissioni gas a effetto serra interventi trasporti e mobilità sostenibile**

**Seminario online  
DpCoe, 29 novembre 2023**



***Neri di Volo  
BEI — JASPERS***

# Valutazione delle emissioni di gas a effetto serra — progetti nel settore dei trasporti (i)



- **La valutazione dei gas** a effetto serra si riferirà principalmente alle conseguenze delle attività del progetto (Emissioni indirette Ambito 2 & 3 di gas a effetto serra), vale a dire i **veicoli che viaggiano sui collegamenti dell'infrastruttura fisica** o le flotte che partono o arrivano a un nodo di trasporto sono inclusi nei calcoli assoluti e relativi delle emissioni.
  - **Emissioni assolute:** emissioni derivanti dal funzionamento del progetto in un tipico anno di servizio/operazione.
  - **Le emissioni relative** sono calcolate sulla base di: shift di passeggeri da un tipo di trasporto a un altro (effetti di shift modale), cambiamenti nelle scelte di viaggio (da una strada all'altra o da un'ora all'altra) e indotto un aumento dei passeggeri/traffico in un normale anno di operazione. Se il progetto prevede anche la sostituzione del materiale rotabile, si dovrebbe tenere conto anche dei risparmi di emissioni derivanti da questo intervento. Questo può essere sia diretto — ad esempio l'ambito di applicazione 1 in caso di sostituzione di autobus a trazione tradizionale, o indiretto — ad esempio l'ambito 2 in caso di sostituzione di tram o di autobus a trazione elettrica.
- **"Opzione progetto"** e **"Opzione Senza Progetto"** si riferiscono agli stessi confini del progetto, vale a dire la stessa rete di analisi per il resto degli impatti ACB.

# Valutazione delle emissioni di gas a effetto serra — progetti nel settore dei trasporti (ii)

Per ciascuna opzione, moltiplicare i dati relativi al volume di trasporto per i fattori di emissione:

- Modalità stradali: il volume dei trasporti è totale veic-km considerato in un determinato lasso di tempo (ad es. anno)

*I fattori di emissione dipendono dal consumo di carburante e quindi dalla categoria del veicolo, dalla velocità, dallo stato della strada e dalla geometria della strada*

- Trasporti pubblici: il volume dei trasporti è la produzione annuale di servizi (veic-km o treni-km) e per consumi/emissioni

—> *modi ferroviari e filobus/autobus elettrici:*

— *il tasso di consumo energetico per veicolo elettrico o treno (in kWh/veic-km o kWh/treno-km);*

— *il fattore di emissione di CO<sub>2</sub>e (tCO<sub>2</sub>/KWh).*

—> *autobus a trazione tradizionale: Stesso calcolo dei modi stradali*

**Gli stessi principi si applicano a livello di progetto o piano o programma**



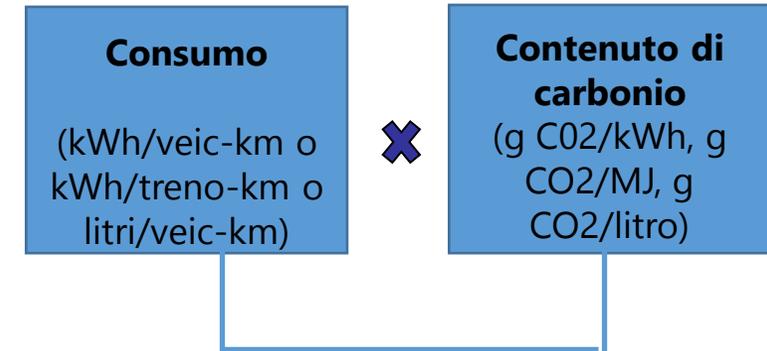
**Volume delle emissioni**  
(TN CO<sub>2</sub>e) in un determinato anno

=

**Dati di attività**  
**Produzione/volume di trasporto**  
(Veic-km, pass-km, tonn-km, treni-km)

×

**Fattore di emissione**  
(g CO<sub>2</sub>/veic-km)



***Si tratta (sostanzialmente) di quanta energia viene consumata per muoversi e come questa viene prodotta...***

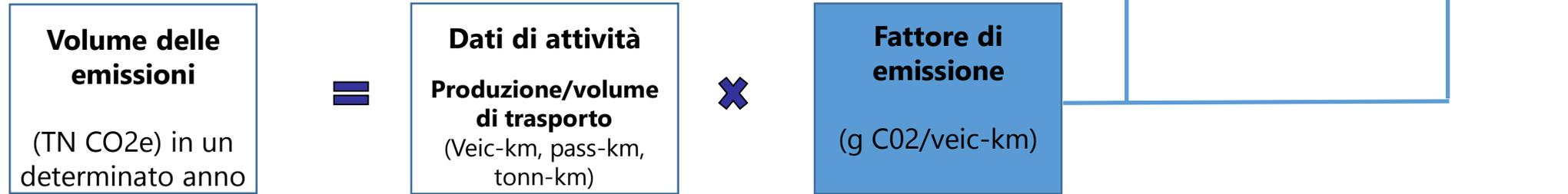
## Principi di calcolo



- **Input chiave per** il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra, in particolare qualsiasi shift modale o di comportamento di viaggio
- Sulla base dei risultati **dell'analisi della domanda** di trasporto (ad es. modello di trasporto) — il livello di complessità del modello definirà i relativi dettagli/calcoli delle emissioni di precisione
- I modelli di traffico potrebbero già includere un modulo per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub>
- Esistono anche strumenti disponibili per il calcolo delle emissioni che richiedono l'inserimento di dati di attività (ad esempio COPERT)

# Calcolo delle emissioni (ii)

## Principi di calcolo — Trasporto su strada



I fattori di emissione dipendono da:

- Consumo di carburante — categoria di veicoli, velocità, condizioni stradali e geometria della strada
- Caratteristiche del carburante

Tables A1.7 Transport Emissions Factors

Road transport						
		EC (MJ/km)	TTW g CO <sub>2</sub> e/vkm	Average Occupation /load	EC (MJ/pkm)	TTW CO <sub>2</sub> e/ pkm or tkm
<b>Cars</b>						
Car average	Average	2.51	180	1.4	1.79	128
	Urban	3.36	240	1.4	2.40	172
Car diesel	Average	2.38	169	1.4	1.70	121
	Urban	3.11	220	1.4	2.22	157
Car gasoline	Average	2.68	195	1.4	1.91	139
	Urban	3.67	268	1.4	2.62	191
Car LPG	Average	2.68	180	1.4	1.91	129
	Urban	3.39	228	1.4	2.42	163
Car CNG	Average	2.86	170	1.4	2.04	121
	Urban	3.86	229	1.4	2.76	164
Hybrid petrol	Average	1.81	128	1.4	1.30	92
	Urban	2.37	168	1.4	1.69	120
Car electric average size	Average	0.84	0	1.4	0.60	-
	Urban	0.73	0	1.4	0.52	-
<b>Buses</b>						
Average urban bus	Average	12.18	862	8.9	1.38	97
Urban Buses Mid <=15 t	Average	9.96	705	6.7	1.50	106
Urban Buses Standard 15 - 18 t	Average	13.45	952	9.5	1.42	100
Urban Buses Articulated >18 t	Average	16.89	1196	19.0	0.89	63
Urban CNG buses (standard)	Average	21.60	1284	9.5	2.27	135
Urb. buses diesel hyb. (standard)	Average	11.42	809	9.5	1.20	85
Urb. buses electric (standard)	Average	7.83	0	9.5	0.82	-
<b>Coaches</b>						
Coaches average	Average	11.06	783	34.4	0.32	23

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe współczynniki emisji zmian klimatu – tCO <sub>2</sub> /poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/budowie)	
	LV	HGV
0-10	0,000267	0,000999
11-20	0,000242	0,000900
21-30	0,000222	0,000825
31-40	0,000206	0,000772
41-50	0,000195	0,000741
51-60	0,000188	0,000732
61-70	0,000186	0,000746
71-80	0,000188	0,000783
81-90	0,000195	0,000842
91-100	0,000206	0,000923
101-110	0,000222	0,001027
111-120	0,000242	0,001154
121-130	0,000267	-
131-140	0,000296	-

Fonte: Niebieska Ksiąga, 2015.

Deve essere aggiornato alla flotta attuale

Fonte: Metodologia dell'impronta di carbonio della BEI, 2020. Sulla base di COPERT.

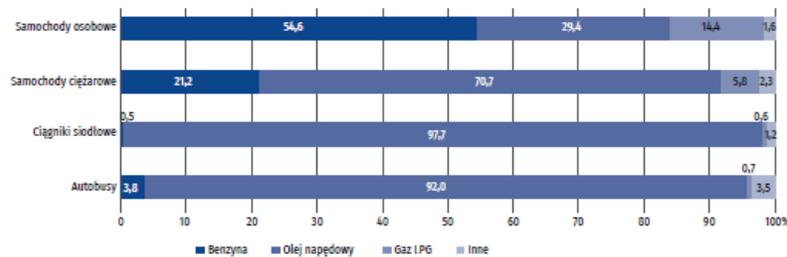
# Calcolo delle emissioni (iii)

## Principi di calcolo — Trasporto su strada



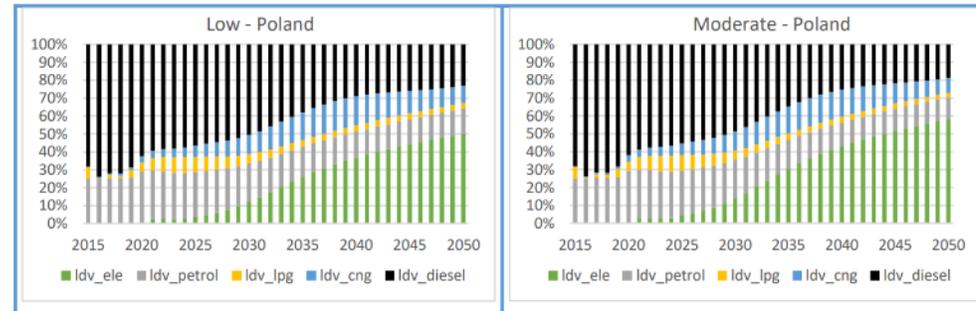
I fattori di emissione possono essere maggiormente disaggregati in base alla **composizione effettiva e prevista del parco** veicoli in funzione del livello di dettaglio, delle finalità di calcolo e/o della disponibilità dei dati.

Wykres 2. Struktura pojazdów samochodowych według rodzajów stosowanego paliwa w 2015 r.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Cyfryzacji

Fonte: Sviluppo della metodologia e stima dei costi esterni delle emissioni di inquinanti nell'aria atmosferica derivanti dal trasporto su strada a livello nazionale, Ufficio statistico centrale, 2019.



Fonte: Potenziale di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore dei trasporti in Polonia e nell'UE fino al 2050, progetto LIFE CAKE, 2019.

# Calcolo delle emissioni (iv)

## Principi di calcolo — Trasporto pubblico e ferrovia



Alcuni valori predefiniti:

Rail passenger						
		EC (MJ/seatm)	TTW g CO <sub>2</sub> e/ seat-km	Average occ. Rate (%)	EC (MJ/tkm)	TTW CO <sub>2</sub> e/ pkm
Electric	Average	0.11	-	35%	0.31	0.0
	Regional/ Suburban	0.09	-	25%	0.35	0.0
	Intercity	0.12	-	36%	0.34	0.0
	Highspeed	0.11	-	48%	0.22	0.0
Diesel	Average	0.28	18.5	24%	1.09	76.9
	Regional/ Suburban	0.22	15.4	20%	1.10	76.9
	Intercity	0.31	21.7	28%	1.09	76.9
	Average	0.00	0.0			6.4

Source: UIC

Rail freight						
		EC (MJ/vkm)	TTW g CO <sub>2</sub> e/ vkm	Load (tonne)	EC (MJ/tkm)	TTW CO <sub>2</sub> e/ ton-km
EI. average	Av. train (1000t - 21W)	59.8	-	516	0.116	0.0
EI. bulk	Av. train (1000t - 18W)	59.8	-	597	0.100	0.0
EI. volume	Av. train (1000t - 26W)	59.8	-	400	0.150	0.0
EI. container	Av. train (1000t - 21W)	59.8	-	563	0.106	0.0
Diesel average	Av. train (1000t - 21W)	161.5	11,434	516	0.313	22.2
Diesel bulk	Av. train (1000t - 18W)	161.5	11,434	597	0.271	19.2
Diesel volume	Av. train (1000t - 26W)	161.5	11,434	400	0.404	28.6
Diesel container	Av. train (1000t - 21W)	161.5	11,434	563	0.287	20.3

Source: Ecotransit 2018

Fonte: Metodologia dell'impronta di carbonio della BEI, 2020

Emission Factors in gCO <sub>2</sub> /kWh (The impact of non-CO <sub>2</sub> GHGs is negligible. For calculation purposes, the factors below can be considered as CO <sub>2</sub> e.)					
Country / Territory / Island	Combined Margin Intermittent Electricity Generation	Combined Margin Firm Electricity Generation/ Electricity Consumption	Electricity Consumption/ Network Losses HV Grid +2%	Electricity Consumption/ Network Losses MV Grid +4%	Electricity Consumption/ Network Losses LV Grid +7%
Poland	765	568	579	591	608

Fonte: Metodologia dell'impronta di carbonio della BEI, 2020

# Calcolo delle emissioni (v)

## I fattori di emissione dipendono da:

- Consumo di carburante / di energia — (ad es. modi di trasporto su strada: categoria del veicolo, velocità, condizioni stradali e geometria stradale)
- Caratteristiche del carburante o (emissione per litro consumato)
- Fattore di emissione di rete per l'energia elettrica (g CO<sub>2</sub>/kWh)
- .....

## Alcuni valori predefiniti:

Tables A1.7 Transport Emissions Factors

Road transport					
	EC (MJ/vkm)	TTW g CO <sub>2</sub> e/vkm	Average Occupation /load	EC (MJ/pkm)	TTW CO <sub>2</sub> e/ pkm or tkm
<b>Cars</b>					
Car average	Average 2.51	180	1.4	1.79	128
	Urban 3.36	240	1.4	2.40	172
Car diesel	Average 2.38	169	1.4	1.70	121
	Urban 3.11	220	1.4	2.22	157
Car gasoline	Average 2.68	195	1.4	1.91	139
	Urban 3.67	268	1.4	2.62	191
Car LPG	Average 2.68	180	1.4	1.91	129
	Urban 3.39	228	1.4	2.42	163
Car CNG	Average 2.86	170	1.4	2.04	121
	Urban 3.86	229	1.4	2.76	164
Hybrid petrol	Average 1.81	128	1.4	1.30	92
	Urban 2.37	168	1.4	1.69	120
Car electric average size	Average 0.84	0	1.4	0.60	-
	Urban 0.73	0	1.4	0.52	-
<b>Buses</b>					
Average urban bus	Average 12.18	862	8.9	1.38	97
Urban Buses Mid <=15 t	Average 9.96	705	6.7	1.50	106
Urban Buses Standard 15 - 18 t	Average 13.45	952	9.5	1.42	100
Urban Buses Articulated >18 t	Average 16.89	1196	10.0	0.89	63
Urban CNG buses (standard)	Average 21.60	1284	9.5	2.27	135
Urb. buses diesel hyb. (standard)	Average 11.42	809	9.5	1.20	85
Urb. buses electric (standard)	Average 7.83	0	9.5	0.82	-
<b>Coaches</b>					
Coaches average	Average 11.06	783	34.4	0.32	23

Rail passenger					
	EC (MJ/sealm)	TTW g CO <sub>2</sub> e/ seat-km	Average occ. Rate (%)	EC (MJ/tkm)	TTW CO <sub>2</sub> e/ tkm
<b>Electric</b>					
Average	0.11	-	35%	0.31	0.0
Regional/ Suburban	0.09	-	25%	0.35	0.0
Intercity	0.12	-	38%	0.34	0.0
Highspeed	0.11	-	48%	0.22	0.0
<b>Diesel</b>					
Average	0.26	18.5	24%	1.09	76.9
Regional/ Suburban	0.22	15.4	20%	1.10	76.9
Intercity	0.31	21.7	28%	1.09	76.9
Average	0.00	0.0			6.4

Source: UIC

Rail freight					
	EC (MJ/vkm)	TTW g CO <sub>2</sub> e/ vkm	Load (tonne)	EC (MJ/tkm)	TTW CO <sub>2</sub> e/ ton-km
<b>Electric</b>					
EI. average	Av. train (1000t - 21W)	59.8	-	516	0.116
EI. bulk	Av. train (1000t - 18W)	59.8	-	597	0.100
EI. volume	Av. train (1000t - 28W)	59.8	-	400	0.150
EI. container	Av. train (1000t - 21W)	59.8	-	563	0.106
Diesel average	Av. train (1000t - 21W)	161.5	11,434	516	0.313
Diesel bulk	Av. train (1000t - 18W)	161.5	11,434	597	0.271
Diesel volume	Av. train (1000t - 28W)	161.5	11,434	400	0.404
Diesel container	Av. train (1000t - 21W)	161.5	11,434	563	0.287

Source: EcoTransit 2018

Emission Factors in gCO <sub>2</sub> /kWh (The impact of non-CO <sub>2</sub> GHGs is negligible. For calculation purposes, the factors below can be considered as CO <sub>2</sub> e.)					
Country / Territory / Island	Combined Margin Intermittent Electricity Generation	Combined Margin Firm Electricity Generation/ Electricity Consumption	Electricity Consumption/ Network Losses HV Grid +2%	Electricity Consumption/ Network Losses MV Grid +4%	Electricity Consumption/ Network Losses LV Grid +7%
Poland	765	568	579	591	608

Table 28 - Marginal climate change costs road tra

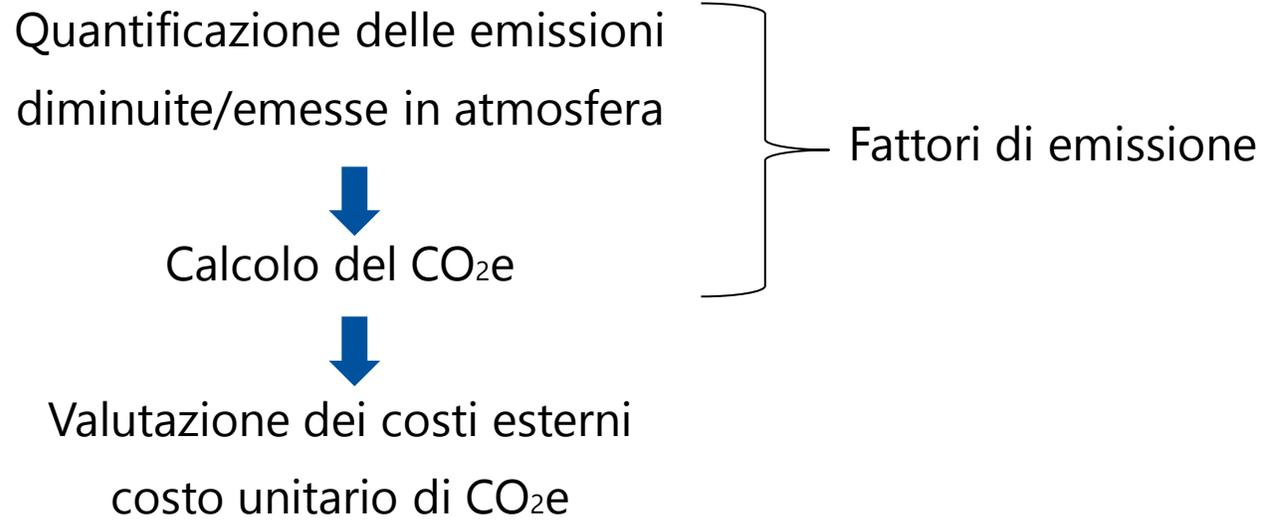
Vehicle category	Fuel type	Size	Emission class	
<b>Passenger transport (c-cent per pkm)</b>				
Passenger Cars	Petrol	Mini < 0.8 l	Euro 4	
			Euro 5	
			Euro 6	
		Small 0.8-1.4 l	Euro 0	
			Euro 1	
			Euro 2	
		Medium 1.4-2.0 l	Euro 3	
			Euro 4	
			Euro 5	
			Euro 6	
			Large-SUV-Executive > 2.0 l	Euro 0
				Euro 1
	Euro 2			
	Diesel	Mini < 0.8 l	Euro 4	
			Euro 5	
			Euro 6	
		Small 0.8-1.4 l	Euro 0	
			Euro 1	
			Euro 2	
		Medium 1.4-2.0 l	Euro 3	
			Euro 4	
			Euro 5	
			Euro 6	
			Large-SUV-Executive > 2.0 l	Euro 0
Euro 1				
Euro 2				

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe współczynniki emisji zmian klimatu – tCO <sub>2</sub> /poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/budowie)	
	LV	HGV
0-10	0,000267	0,000999
11-20	0,000242	0,000900
21-30	0,000222	0,000825
31-40	0,000206	0,000772
41-50	0,000195	0,000741
51-60	0,000188	0,000732
61-70	0,000186	0,000746
71-80	0,000188	0,000783
81-90	0,000195	0,000842
91-100	0,000206	0,000923
101-110	0,000222	0,001027
111-120	0,000242	0,001154
121-130	0,000267	
131-140	0,000296	

Fonti: (sopra) Niebieksa Ksienga, 2015; (a sinistra) Manuale sui costi esterni dei trasporti, 2019, considerando 100 EUR/tCO<sub>2</sub>e e la banca dati COPERT.

# Emissioni di gas a effetto serra — stima dell'impatto sui costi (ACB)

## Fasi:



$$\text{Costo delle emissioni di gas a effetto serra} = \text{VGHG} \times \text{CGHG}$$

Volume incrementale delle  
emissioni di gas a effetto  
serra prodotte dal progetto  
(TCO<sub>2</sub>e)

Prezzo  
unitario  
ombra di CO<sub>2</sub>e

Fonte: EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025

Year	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
€/tCO <sub>2</sub> e	80	165	250	390	525	660	800

# Valutazione delle emissioni di gas a effetto serra — piani/programmi di trasporto (i)

- ***L'impatto dei cambiamenti climatici in termini di emissioni di gas a effetto serra di un piano*** (o di un programma di investimenti) può essere calcolato in analogia con quello di un progetto
- **Confini:** sistemi di trasporto e area coperti dall'ambito di applicazione del piano (tutti i modi inclusi), generalmente identici a quelli del resto dell'analisi dell'impatto
- **Modello di traffico** per l'area/rete — ma non solo...
- **Principale Piano (Scenario) CC Mitigation KPIs:**
  - **PUMS - Emissioni Assolute Attuali** = emissioni totali prodotte nell'anno di riferimento, associate al funzionamento di tutti i modi considerati pertinenti entro i limiti considerati
  - **PUMS - Emissioni Assolute di Piano** = emissioni totali prodotte nello scenario PUMS selezionato, associate anche alle operazioni di tutte le modalità considerate pertinenti entro i limiti considerati — per un determinato orizzonte temporale (anno) selezionato.
  - Sulla base di questi due indicatori, si può calcolare il principale indicatore delle emissioni (relative) per il PUMS:
  - **PUMS – Emissioni Attuali vs Scenario di Piano** = differenza tra le Emissioni Assolute Attuali e le Emissioni Assolute di Piano per l'orizzonte temporale e lo scenario/opzione definiti per il PUMS.

# Valutazione delle emissioni di gas a effetto serra — piani/programmi di trasporto (ii)

**Plan Emissions Volume**  
*(t CO<sub>2e</sub>) in a given year*  
 (private modes component)

$$= 365 \times \sum_{i,j=1 \text{ to } n} \text{Traffic volume } OD \text{ couple } i,j \text{ (veh/day)} \times \text{Avg. OD distance (km)} \times \text{Emission factor (Tn CO}_{2e}/vehkm)$$

(dependent on fuel consumption)  
*(n = number of O/Ds in the SUMP area)*

**Plan Emissions Volume**  
*(t CO<sub>2e</sub>) in a given year*  
 (private modes component)

$$= 365 \times \sum_{i=1 \text{ to } n} \text{Traffic volume } \textit{sect. } i \text{ (AADT, veh/day)} \times \text{Length of road } \textit{sect. } i \text{ (km)} \times \text{Emission factor (Tn CO}_{2e}/vehkm)$$

(dependent on fuel consumption)  
*(n = number of links in the Plan Area)*

**Plan Emissions Volume**  
*(Tn CO<sub>2e</sub>) in a given year*  
 (Public Transport component)

$$= \sum_{i=1 \text{ to } z} \text{Total Service production (Veh-km or Train-km)} \times \text{Energy consumption (Trams/Trolleybuses: KWh/veh-km or KWh/train-km; Buses: litres/veh-km)} \times \text{Emission factor (Trams/Trolleybuses: Tn CO}_{2e}/KWh; Buses: Tn CO}_2/\text{litre)}$$

*(z = number of (relevant) PT modes considered in the Plan/Area)*

# Esempio 1: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto stradale (i)

## Costruzione di un nuovo tratto stradale di circa 16 km

- Nuovo tratto stradale urbano (~bypass)
- Il traffico stradale esistente ha raggiunto il limite di capacità
- Per lo più traffico di transito
- Le strade esistenti che attraversano zone abitate si intersecano con strade di categoria inferiore e provocano effetti legati alla congestione e abbassano le condizioni di sicurezza del traffico.

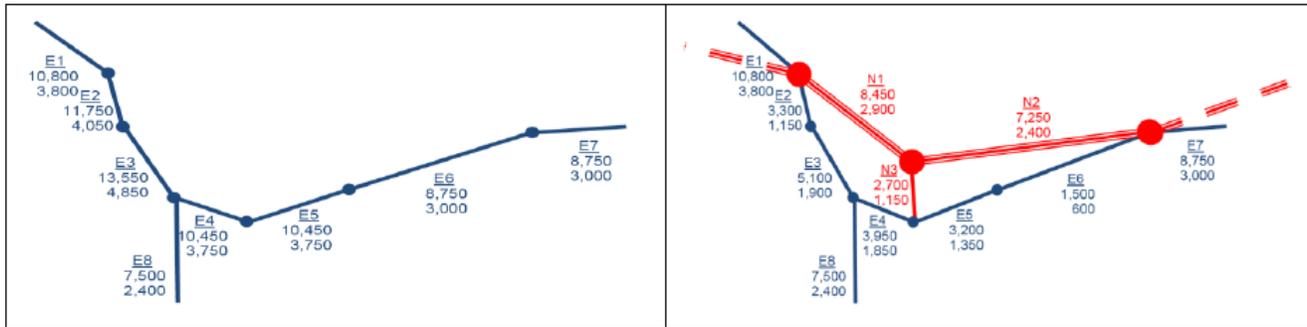
## Metodo di calcolo

- L'impatto sui cambiamenti climatici può essere stimato come parte dell'impatto economico del progetto nell'ACB
- Approccio incrementale
- "Opzione con progetto" e "opzione Senza progetto" sono definite nello stesso modo (stessa rete) come per il resto della ACB

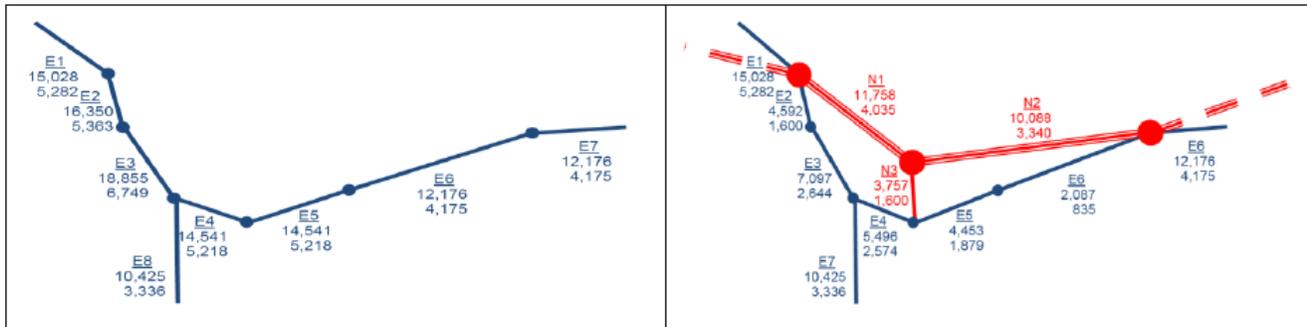
# Esempio 1: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto stradale (ii)

## Dati di input: Previsioni di traffico

Year 1



Year 20



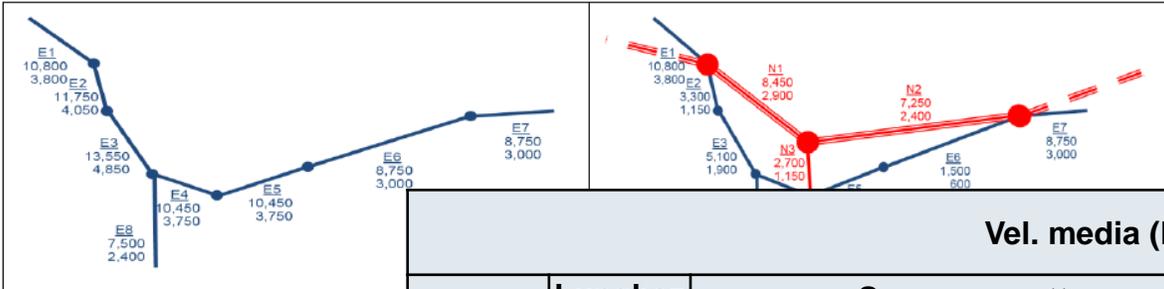
Legend: blue - existing sections, red - new sections. Section name, a.a.d.t. cars, a.a.d.t. LGV+HGV.

- Fonte: Risultati del modello di traffico
- Nessun traffico indotto

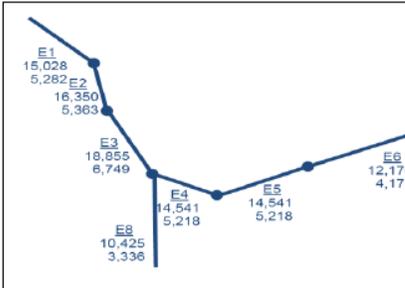
# Esempio 1: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto stradale (iii)

## Dati di input: Velocità medie

Year 1



Year 20



Legend: blue - existing sections

		Vel. media (km/h)							
Sezione	Lunghezza (km)	Senza progetto				Con il progetto			
		Anno 1		Anno 20		Anno 1		Anno 20	
		LV	HGV	LV	HGV	LV	HGV	LV	HGV
E2	1.7	51.4	46.5	41.0	40.2	64.7	53.8	62.5	53.4
E3	3.6	35.2	35.2	31.9	31.9	38.8	38.6	32.5	32.4
E4	3.1	42.7	42.1	32.3	31.8	57.2	53.0	52.9	49.6
E5	3.7	40.6	39.3	34.5	33.9	54.8	51.0	53.9	50.2
E6	5.6	69.0	57.6	55.1	47.5	79.1	63.6	78.7	63.6
N1	5.7					104.8	75.2	98.4	72.4
N2	10.7					113.0	74.5	107.7	72.5
N3	2					79.7	70.0	78.7	69.6

- Fonte: Risultati del modello di traffico

# Esempio 1: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto stradale (iv)

## Calcolo dei volumi annuali delle emissioni per ciascuna opzione

Volume delle emissioni ( $T\ CO_2e$ ) in un determinato anno = 365 × Volume di traffico ( $TGM$ ,  $Veic/giorno$ ) × Lunghezza strada ( $km$ ) × Fattore di emissione ( $T\ CO_2e/veic-km$ ) (dipende dal consumo di carburante)

### Fattori di emissione — Assunzioni prese in considerazione:

Consumo di carburante (l/100 km) — terreno pianeggiante e buone condizioni stradali		
V (km/h)	LV	HGV
10	10.85	38.46
20	9.85	34.68
30	9.03	31.77
40	8.39	29.72
50	7.93	28.54
60	7.66	28.23
70	7.57	28.78
80	7.66	30.19
90	7.94	32.48
100	8.40	35.62
110	9.04	
120	9.86	
130	10.87	

	Quota di tipo di veicolo	
	LV	HGV
Diesel	50 %	100 %
Benzina	50 %	—

<b>Emissioni di CO2 Diesel</b> (g/litro)	<b>2,338</b>
<b>Emissioni di CO2 Benzina</b> (g/litro)	<b>2,611</b>

Da VOC (sulla base dei dati della flotta nazionale)

A seconda

- Veicolo
- Geometria della strada
- Condizioni stradali

# Esempio 1: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto stradale (v)

## Calcolo dei volumi annuali delle emissioni per ciascuna opzione

$$\text{Volume delle emissioni (T CO2e) in un determinato anno} = 365 \times \text{Volume di traffico (TGM, Veic/giorno)} \times \text{Lunghezza strada (km)} \times \text{Fattore di emissione (T CO2e/veic-km)}$$

Da applicare per ciascuna delle sezioni considerate nell'opzione data e per ogni anno del periodo di analisi

	1	2	3	..	...	25	Totale
<b>Emissioni di CO2 SENZA progetto</b>							
<b>Emissioni di CO2 Con il progetto</b>							
<b>Emissioni di CO2 Differenza</b>							

# Esempio 1: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto stradale (vi)

## Calcolo delle Emissioni di Progetto Assolute e Relative

	1	2	3	..	...	25	Totale
Emissioni di CO2 SENZA progetto							
Emissioni di CO2 Con il progetto							
Emissioni di CO2 Differenza							

Emissioni di CO2 (tCO2e) — Anno operativo medio					
Sezione	Lunghezza (km)	Senza progetto		Con il progetto	
		LV	HGV	LV	HGV
E2	1.7	2,384.54	2,851.99	561.81	823.17
E3	3.6	6,158.03	7,914.86	2,042.18	2,696.30
E4	3.1	4,089.48	5,269.47	1,243.47	2,170.52
E5	3.7	4,881.00	6,289.37	1,202.49	1,870.24
E6	5.6	5,648.26	7,313.67	853.27	1,282.42
N1	5.7	—	—	5,362.02	6,618.22
N2	10.7	—	—	9,277.36	10,283.78
N3	2	—	—	548.59	877.62

Emissioni relative =  
 $(21\ 091,18\ t + 26\ 622,27\ t) -$   
 $(23\ 161,31\ t + 29\ 639,36\ t) = - 5,09\ ktCO_2\ e$   
 (risparmio)

Emissioni assolute =  
 $(15\ 187,97\ t + 17\ 779,62\ t) = 32,97\ ktCO_2\ e$

## Conclusioni e considerazioni

- Il calcolo presentato si basa su alcune ipotesi (VOC — flussi di velocità, modello di consumo di carburante, nessun traffico indotto), che dipendono dal progetto/paese
- Il calcolo presentato presuppone alcune semplificazioni che possono essere migliorate (ad esempio, l'efficienza dei veicoli nel tempo).
- I modelli di traffico o altri modelli specifici (ad esempio HDM) potrebbero già includere un modulo per il calcolo del CO<sub>2</sub>; quindi, è necessario presentare e giustificare le ipotesi considerate
- Mentre l'esempio ha comportato risparmi di CO<sub>2</sub>, i progetti infrastrutturali stradali spesso comportano aumenti di CO<sub>2</sub> (ad esempio in particolare quando il traffico indotto è significativo)



# Esempio 2: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto di trasporto pubblico (caso urbano) (i)

## Metodo di calcolo (1)

- L'impatto sui cambiamenti climatici può essere stimato come parte degli impatti economici del progetto nell'ACB — "Opzione del progetto" e "opzione Senza progetto" sono gli stessi e includono la stessa rete di analisi per il resto della ACB
- Emissioni assolute = emissioni derivanti dal funzionamento del Progetto in un anno standard di servizio/operazione

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{Volume delle} & & \text{Produzione di} & & \text{Consumo di energia} & & \text{Fattore di emissione} \\
 \text{emissioni} & & \text{servizi} & & \text{(Tram/Trolleybus:} & & \text{(Tram/Trolleybus:} \\
 \text{(T CO2e) in un} & = & \text{(Veic-km o} & \times & \text{KWh/veic-km o} & \times & \text{T CO2e/KWh} \\
 \text{determinato} & & \text{treno-km)} & & \text{KWh/treno-km)} & & \text{Autobus: T CO2/litro)} \\
 \text{anno} & & & & \text{Autobus: litri/veic-km} & & 
 \end{array}$$

EU 27 Countries + Croatia	CO2 emission factor (kgCO2/KWh)
Austria	0.214
Belgium	0.260
Bulgaria	0.448
Croatia	0.318
Cyprus	0.758
Czech Republic	0.527
Denmark	0.341
Estonia	0.640
Finland	0.242
France	0.085
Germany	0.404
Greece	0.725
Hungary	0.344
Ireland	0.535
Italy	<b>0.228</b>
Latvia	0.167
Lithuania	0.139
Luxembourg	0.326
Malta	0.834
Netherlands	0.394
Poland	0.659
Portugal	0.416
Romania	0.429
Slovak Republic	0.223
Slovenia	0.332
Spain	0.350
Sweden	0.048
United Kingdom	0.505
Other	

Emissions (g/veh-km) - URBAN CYCLE

Bus	Urban Buses						
	Conventional	Euro I - 91/441/EEC	Euro II - 94/12/EC	Euro III - 98/69/EC Stage2000	Euro IV - 98/69/EC Stage2005	Euro V (post 2005)	Euro VI
NoX	17.928	12.550	8.964	6.286	6.980	4.905	0.000
VOC	2.005	1.504	1.403	0.977	0.684	0.684	0.000
SO2	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.000
PM	0.879	0.602	0.404	0.314	0.314	0.314	0.000
CO2	1132.855	1132.876	1132.829	1133.150	1188.857	1188.857	0.000

# Esempio 2: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto di trasporto pubblico (caso urbano) (ii)

## Metodo di calcolo (2)

- Emissioni relative (rispetto a uno scenario di riferimento) = **a + b + c**

**a.** differenza di emissioni derivanti dal funzionamento del progetto:

+ progetto è una nuova linea o un'estensione di una linea o un aumento di frequenza di servizio & produzione

— progetto mantiene la stessa produzione totale ma con un rinnovo del parco rotabile o un miglioramento della gestione del traffico (linee autobus, nuova semaforizzazione, preferenziazione, ...) con aumento della media  $V_c$  -> riduzione di consumo/fattore di emissione per veicolo-kilometro)

**b.** differenza nelle emissioni derivanti dalla riduzione/aumento di altri servizi TPL in relazione al progetto ( $\pm$ ) (rilevante in particolare per i servizi pendolari)

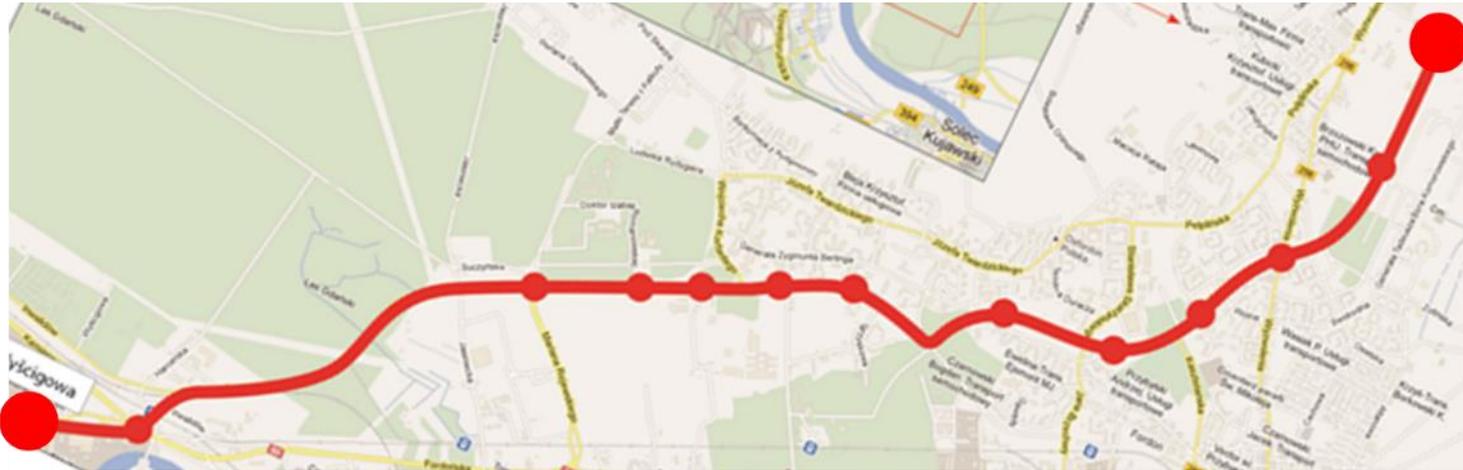
**c.** emissioni evitate a causa del trasferimento modale da veicoli privati a TPL (-)=

$$\begin{array}{l} \text{(evitato)} \\ \text{Volume delle emissioni} \\ \text{(T CO}_2\text{e) in un} \\ \text{determinato anno} \end{array} = \begin{array}{l} \text{(evitato)} \\ \text{Volume di traffico} \\ \text{(veicoli/anno)} \\ \text{passeggeri/anno dal veicolo} \\ \text{private al TPL/coefficient medio} \\ \text{occupazione} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{lunghezza} \\ \text{media del} \\ \text{viaggio} \\ \text{passeggeri} \\ \text{(km)} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Fattore di emissione} \\ \text{(T CO}_2\text{e/km-veicolo)} \end{array}$$

# Esempio 2: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto di trasporto pubblico (caso urbano) (iii)

## Costruzione di una nuova linea tranviaria urbana che collega il centro della città a un distretto principale in periferia — Dati di input (1)

- nuova lunghezza della linea = 9,6 km (con 13 fermate)



sistema operativo dei servizi (frequenze, ecc.)



**Produzione del progetto**  
**1.1 m veic-km/anno**

riprogettazione del resto della rete PT attorno al progetto

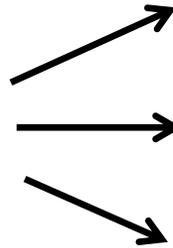


**Produzione di autobus**  
**\* prima di 17 m vehkm/anno**  
**\* dopo 15.9 veic-km/anno**

# Esempio 2: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto di trasporto pubblico (caso urbano) (iv)

## Costruzione di una nuova linea tranviaria urbana che collega il centro della città a un distretto principale in periferia — Dati di input (2)

- domanda di progetto (anno di riferimento):



79 % dagli autobus

16 % da veicoli privati  
(autoveicoli)

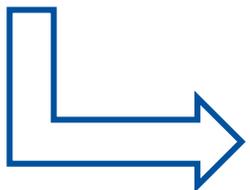
5 % generato

- lunghezza media del viaggio dei passeggeri: **4,8 km**
  - tasso medio di occupazione dei veicoli privati: **1.3 Pass/veicolo**
  - consumo medio: **autobus media ~ 50 l/100km**  
**tram ~ 1.2 KWh/veh-km**  
**automobili (dati nazionali sulla flotta comp avg.)**
  - fattore di emissione: **produzione di energia elettrica 0.228 kgCO<sub>2</sub>/KWh**  
**trazione diesel 2.3 kgCO<sub>2</sub>/l**  
**auto private avg. 0.277 kgCO<sub>2</sub>/km**
- Fonte di dati traffico/domanda: Modello di traffico (in particolare per il trasferimento modale)
  - 5 % di domanda generata

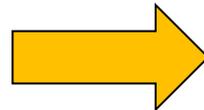
# Esempio 2: Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Progetto di trasporto pubblico (caso urbano) (v)

## Costruzione di una nuova linea tranviaria urbana che colleghi il centro della città a un distretto principale in periferia — Dati/risultati di output:

- Emissioni Assolute del Progetto =  
 $1.1 \text{ m veic-km} \times 1.2 \text{ KWh/veic-km} \times 0.228 \text{ kgCO}_2/\text{KWh}/1000$   
= **301 tonn CO2/anno**
- Emissioni Relative del Progetto =
  - a. differenza di emissioni derivanti dal funzionamento del progetto (nuova linea)  
= **+301 tonn CO2/anno** +
  - b. differenza nelle emissioni derivanti dalla riduzione/aumento di altri servizi TPL connessi al progetto (riduzione dei servizi di autobus) =  $(15.9-17.0) \text{ m veic-km} \times 1,15 \text{ kgCO}_2/\text{veic-km}$   
= **-1,265 tonn CO2/anno** +
  - c. emissioni evitate a causa del trasferimento modale da veicoli privati a PT =  
 $0.16 \times 7 \text{ m pass/anno}/1.3 \times 4.8 \text{ km} \times 0,210 \text{ kgCO}_2/\text{vehic-km}/1000 =$  **-868 tonnellate di CO2/anno**



Emissioni Relative del Progetto =  
 $a+b+c =$  **- 1,832 tonn CO2/anno**



**il progetto riduce emissioni di CO2 (!)**

# Esempio 3: Calcolo emissioni gas a effetto serra — Progetto di sostituzione della flotta di autobus (elettrificazione) (i)

## Sostituzione (rinnovo) parziale della flotta di autobus per il TPL — Dati di input

- 50 nuovi autobus elettrici (sostituzione senza aggiunta, rimpiazzano 50 vecchi autobus diesel)
- Percorrenza media autobus sostituiti (considerata uguale per quelli nuovi) = 50,000 km/anno
- Consumo: **autobus diesel media ~ 50 l/100km**  
**autobus elettrico media ~ 1.4 KWh/veic-km**
- Fattori di emissione: **produzione di energia elettrica 0.228 kgCO<sub>2</sub>/KWh**  
**trazione diesel 2.3 kgCO<sub>2</sub>/l**



**Produzione del Progetto (sia pre che post-Progetto)**  
**2.5 m veic-km/anno**

### Ipotesi:

- domanda costante
- nessun trasferimento modale

# Esempio 3: Calcolo emissioni gas a effetto serra — Progetto di sostituzione della flotta di autobus (elettrificazione) (ii)

## Sostituzione (rinnovo) parziale della flotta di autobus per il TPL — Dati/resultati di output

- Emissioni Assolute del Progetto =

$2.5 \text{ m veic-km} \times 1.4 \text{ KWh/veic-km} \times 0.228 \text{ kgCO}_2/\text{KWh}/1000$

= **798 tonn CO<sub>2</sub>/anno**

- Emissioni Relative del Progetto =

a. differenza di emissioni derivanti dal funzionamento del progetto (stesse linee e stessa produzione annua ma minori emission/veic-km grazie all'elettrificazione) =

a1. emissioni pre-Progetto (vecchia flotta) =  $2.5 \text{ m veic-km} \times 1,15 \text{ kgCO}_2/\text{veic-km}/1000 = 2,875 \text{ tonn CO}_2/\text{anno}$

a2 emissioni post-Progetto (nuova flotta) = 798 tonn CO<sub>2</sub>/anno (vedi sopra)

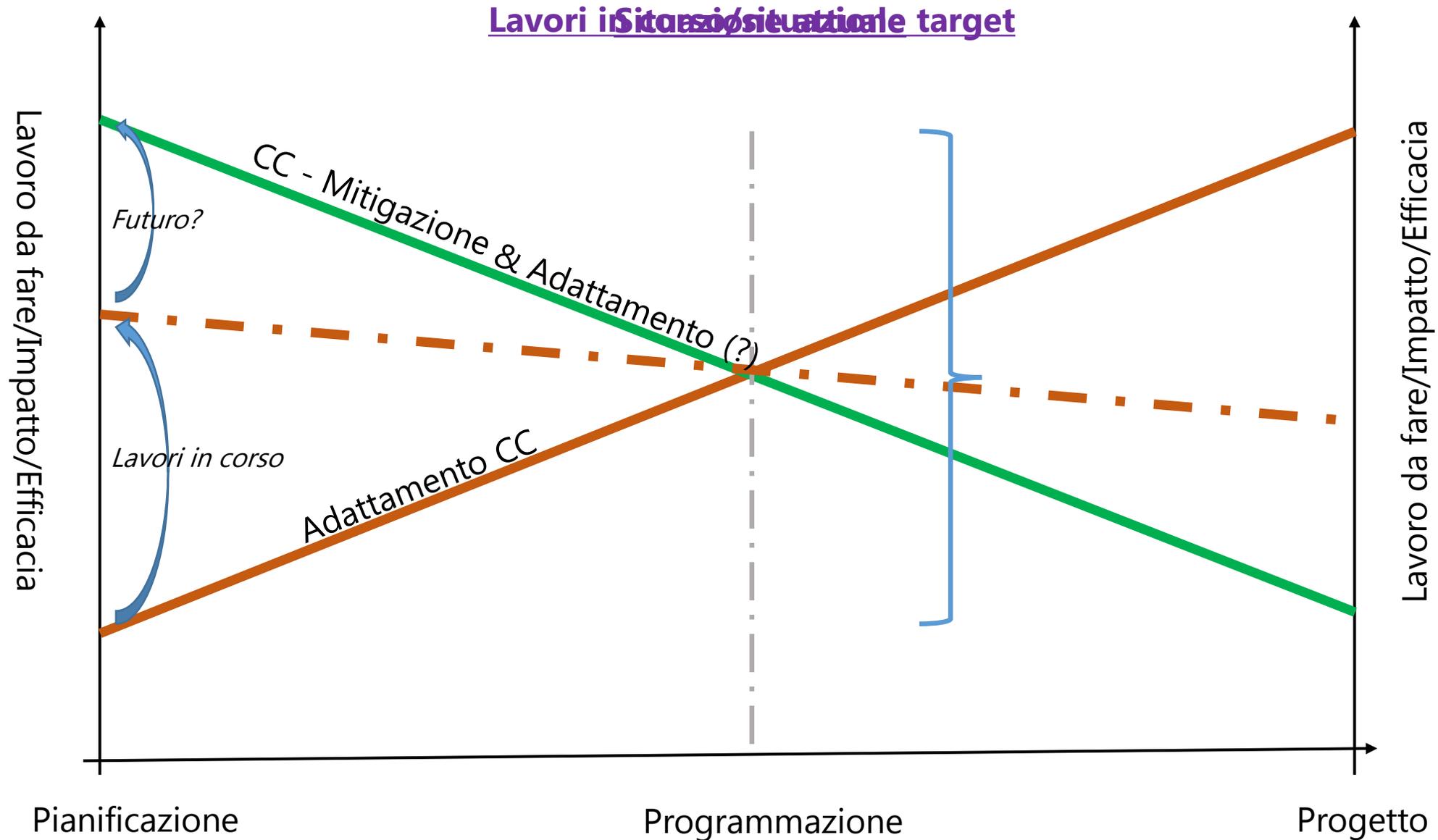
(= a2 – a1)

 Emissioni Relative del Progetto = Differenza post/pre-Progetto =  
 $798 - 2,860 = - 2,077 \text{ tonn CO}_2/\text{anno}$



**il progetto riduce emissioni di CO<sub>2</sub> (!)**

# Cambiamenti climatici e ciclo di progetto



# Calcolo delle emissioni di gas a effetto serra — Alcune considerazioni

- **Ambito analisi:** sistemi di trasporto coperti dall'ambito di applicazione del piano/progetto/programma (tutti i modi compresi), generalmente identici a quelli del resto dell'analisi degli impatti
- Necessità di **solidi dati sul traffico** come **input chiave** per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra, in particolare gli shift e/o di comportamento di viaggio, sulla base dei risultati **dell'analisi della domanda** di trasporto (il modello di trasporto è uno degli strumenti principali); presenta gli effetti del progetto/misura/piano — il livello di complessità del modello definirà i relativi dettagli/calcoli delle emissioni di precisione
- I modelli di trasporto potrebbero già includere moduli per il calcolo delle emissioni di CO2 e **strumenti** esistenti per il calcolo delle emissioni che richiedono l'immissione di dati di attività (ad esempio COPERT)
- I principali **cambiamenti territoriali e socio-economici** previsti nell'orizzonte temporale del piano, il loro rapporto con gli aspetti territoriali/spaziali/socio-economici da includere nei dati attuali e previsti sulla mobilità — in particolare l'impatto sui modelli di mobilità/distribuzione dell'OD (lunghezza del viaggio, ecc.) — è fondamentale avere un **buon scenario di BaU**
- Potrebbero essere necessari modelli di microsimulazione in caso di modelli più dettagliati, ad esempio per testare **misure più morbide/di gestione del traffico e ITS** (modellazione del comportamento del traffico e caratteristiche di traffico/circolo, ad esempio "stop & go" che influenzano fortemente le emissioni).



**Sessione 1 .**  
**Caso 1 - Q&A**

---

**AdG**



**Sessione 2.**  
**Caso 2 - Energie Rinnovabili  
ed Efficienza Energetica**

---

**MASE**

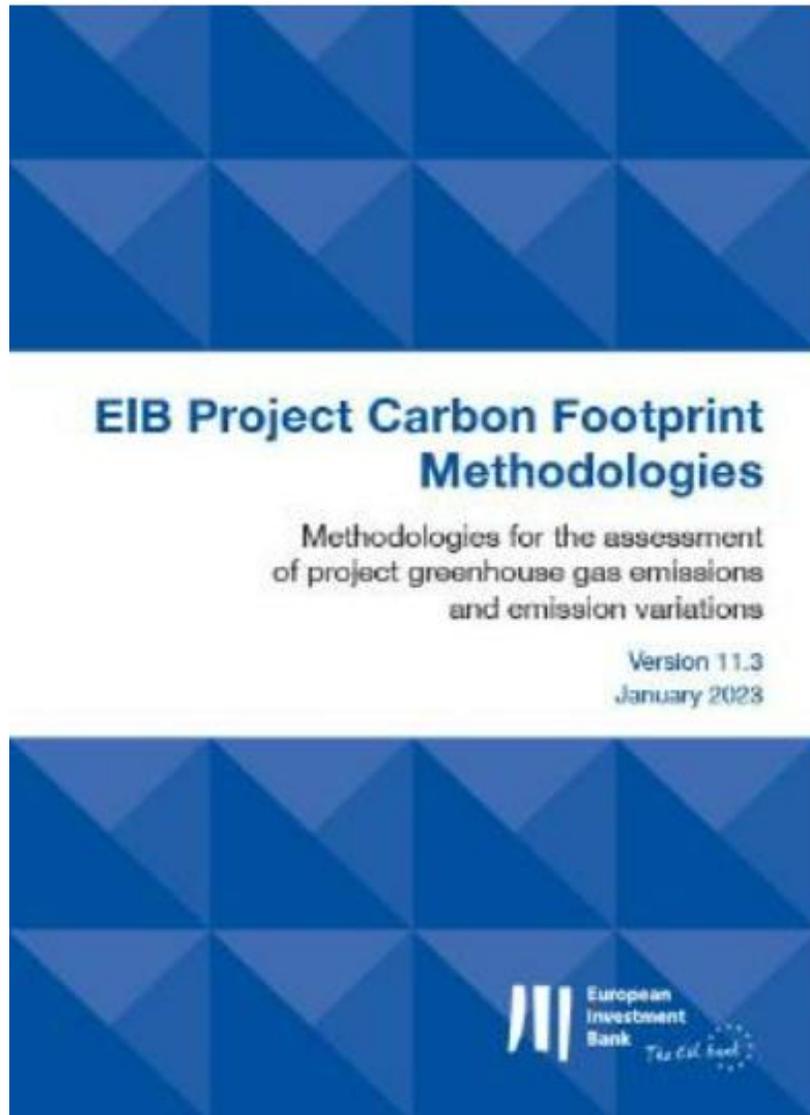
# **Verifica Climatica: stima dell'impronta di carbonio per investimenti in efficientamento ed energia**

**Seminario online  
DpCoe, 29 novembre 2023**

***Francesco Angelini  
BEI — JASPERS***



# Cosa dice il manuale BEI



**Table 1: Illustrative examples of project categories for which a GHG assessment is required**

<p><b>In general, depending on the scale of the project, a GHG assessment IS NOT required</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telecommunications services</li> <li>• Drinking water supply networks</li> <li>• Rainwater and wastewater collection networks</li> <li>• Small-scale industrial wastewater treatment and municipal wastewater treatment</li> <li>• Property developments (including infrastructure such as social housing, schools and hospitals)</li> <li>• Mechanical/biological waste treatment plants</li> <li>• R&amp;D activities</li> <li>• Pharmaceuticals and biotechnology</li> <li>• Mobile asset projects, trams and bus rapid transit systems</li> </ul>
<p><b>In general, a GHG assessment IS required</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipal solid waste landfills</li> <li>• Municipal waste incineration plants</li> <li>• Large wastewater treatment plants</li> <li>• Manufacturing industry</li> <li>• Chemicals and refining</li> <li>• Mining and basic metals</li> <li>• Pulp and paper</li> <li>• Rolling stock (including metros and larger train fleets), ships, transport fleet purchases</li> <li>• Road and rail infrastructure</li> <li>• Power transmission lines</li> <li>• Renewable sources of energy</li> <li>• Fuel production, processing, storage and transportation</li> <li>• Cement and lime production</li> <li>• Glass production</li> <li>• Heat and power-generating plants</li> <li>• District heating networks</li> <li>• Natural gas liquefaction and regasification facilities</li> <li>• Gas transmission infrastructure</li> </ul>

# Cosa dicono gli Indirizzi per la Verifica Climatica

Codice	Settore di intervento	Verifica climatica necessaria	Screening MITIGAZIONE (da tabella 1 Orientamenti)	Analisi dettagliata MITIGAZIONE
38	Efficienza energetica e progetti dimostrativi nelle PMI e misure di sostegno	IN ALCUNI CASI	NO	NO
39	Efficienza energetica e progetti dimostrativi nelle grandi imprese e misure di sostegno	IN ALCUNI CASI	IN ALCUNI CASI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
40	Efficienza energetica e progetti dimostrativi nelle PMI o nelle grandi imprese e misure di sostegno conformemente ai criteri di efficienza energetica	IN ALCUNI CASI	IN ALCUNI CASI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
41	Rinnovo della dotazione di alloggi al fine dell'efficienza energetica, progetti dimostrativi e misure di sostegno	IN ALCUNI CASI	NO	NO

Codice	Settore di intervento	Verifica climatica necessaria	Screening MITIGAZIONE (da tabella 1 Orientamenti)	Analisi dettagliata MITIGAZIONE
42	Rinnovo della dotazione di alloggi al fine dell'efficienza energetica, progetti dimostrativi e misure di sostegno conformemente ai criteri di efficienza energetica	IN ALCUNI CASI	NO	NO
43	Costruzione di nuovi edifici efficienti sotto il profilo energetico	SI	NO	NO
44	Rinnovo di infrastrutture pubbliche al fine dell'efficienza energetica o misure relative all'efficienza energetica per tali infrastrutture, progetti dimostrativi e misure di sostegno	IN ALCUNI CASI	NO	NO
45	Rinnovo di infrastrutture pubbliche al fine dell'efficienza energetica o misure relative all'efficienza energetica per tali infrastrutture, progetti dimostrativi e misure di sostegno conformemente ai criteri di efficienza energetica	IN ALCUNI CASI	NO	NO

- Non richiesta per edifici - Riduzione CO2 comunque stimabile su base dati APE
- In alcuni casi per interventi di efficientamento in imprese (grandi / PMI)

# Cosa dicono gli Indirizzi per la Verifica Climatica

Codice	Settore di intervento	Verifica climatica necessaria	Screening MITIGAZIONE (da tabella 1 Orientamenti)	Analisi dettagliata MITIGAZIONE
47	Energia rinnovabile: eolica	IN ALCUNI CASI	IN ALCUNI CASI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
48	Energia rinnovabile: solare	IN ALCUNI CASI	IN ALCUNI CASI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
49	Energia rinnovabile: biomassa	IN ALCUNI CASI	IN ALCUNI CASI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
50	Energia rinnovabile: biomassa con elevate riduzioni di gas a effetto serra	IN ALCUNI CASI	IN ALCUNI CASI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
51	Energia rinnovabile: marina	SI	NO	NO

Codice	Settore di intervento	Verifica climatica necessaria	Screening MITIGAZIONE (da tabella 1 Orientamenti)	Analisi dettagliata MITIGAZIONE
52	Altri tipi di energia rinnovabile (compresa l'energia geotermica)	IN ALCUNI CASI	IN ALCUNI CASI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
53	Sistemi energetici intelligenti (comprese le reti intelligenti e i sistemi TIC) e relativo stoccaggio	IN ALCUNI CASI	IN ALCUNI CASI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
54	Cogenerazione ad alto rendimento, teleriscaldamento e teleraffreddamento	SI	SI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING
55	Cogenerazione ad alto rendimento, teleriscaldamento e teleraffreddamento efficienti con basse emissioni del ciclo di vita	SI	SI	SE NECESSARIA DA RISULTATI SCREENING

- Energie rinnovabili: in alcuni casi, dipende dalla taglia
- Reti, teleriscaldamento: screening mitigazione da fare, analisi dettagliata se sopra soglia

# Allocazioni FESR + JTF Italia 2021-27

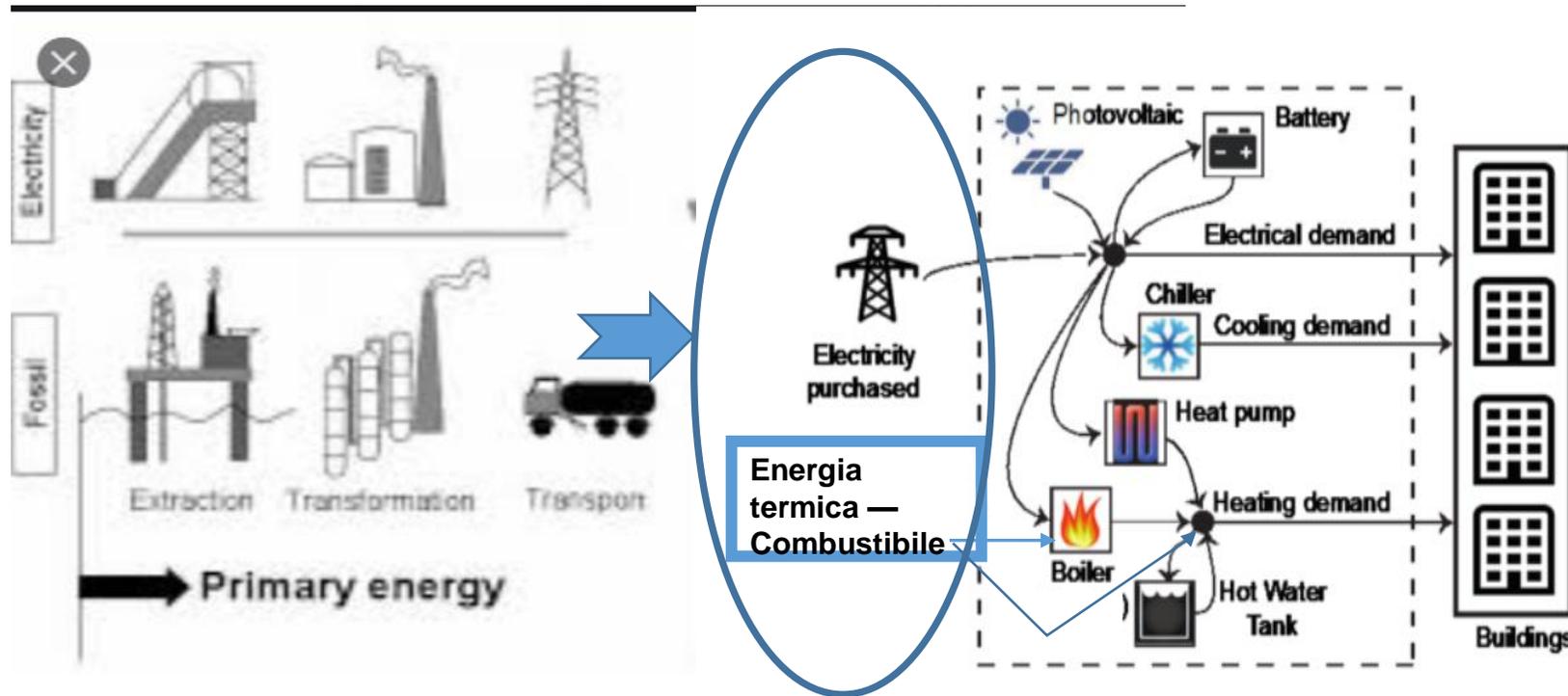
<b>Campo di intervento</b>	<b>EUR</b>	<b>%</b>
045 Efficienza energetica nelle infrastrutture pubbliche — criterio EE	1,495,485,407	26%
048 Energia rinnovabile: solare	1,202,510,489	21%
053 Sistemi energetici intelligenti e relativo stoccaggio	1,059,336,628	18%
040 Efficienza energetica nelle imprese — criterio EE	648,961,095	11%
044 Efficienza energetica nelle infrastrutture pubbliche	353,348,783	6%
052 Altre energie rinnovabili (compresa l'energia geotermica)	297,258,398	5%
042 Efficienza energetica nell'edilizia abitativa — criterio EE	218,798,570	4%
038 Efficienza energetica nelle PMI	166,235,632	3%
055 Cogenerazione, teleriscaldamento - basse emissioni	93,365,409	2%
047 Energia rinnovabile: vento	67,702,240	1%
050 Energie rinnovabili: biomassa con risparmio di gas a effetto serra	46,221,245	1%
041 Efficienza energetica nell'edilizia abitativa	39,813,531	1%
049 Energia rinnovabile: biomassa	17,563,056	0.3%
054 Cogenerazione teleriscaldamento	15,000,000	0.3%
051 Energia rinnovabile: marino	10,421,092	0.2%
039 Efficienza energetica nelle grandi imprese	2,000,000	0.03%
<b>Totale allocazioni settore energia</b>	<b>5,734,021,575</b>	<b>100%</b>

---

# Efficientamento energetico

# Impronta di carbonio edifici / processi produttivi

Emissioni dalla combustione di carburanti (“ambito 1”) e associate con il consumo di energia elettrica / termica acquistata (“ambito 2”)



Emissioni assolute: consumo energetico dopo l'intervento (simulazione APE, simulazioni energetiche, audit energetici, ecc.)

Emissioni *baseline*: consumo di energia prima del progetto (energia misurata, APE)

# Fattori di emissioni predefiniti per carburanti

Tabella A1.1 Manuale BEI

**GASEOUS FOSSIL FUELS**

Fuel Name	Amount of fuel	Units	kg CO <sub>2</sub>	kg CH <sub>4</sub>	kg N <sub>2</sub> O	kg CO <sub>2</sub> e	kg CO <sub>2</sub> e incl. unox. carbon
Natural gas	1	Cubic metre (m <sup>3</sup> )	1.9	0.0	0.0	1.9	1.9
Natural gas	1	TJ	56,100	1.0	0.1	56,155	5,874
Refinery gas	1	metric tonne (t)	2,851	0.0	0.0	2,851	2,837
Refinery gas	1	TJ	57,600	1.0	0.1	57,655	7,367
Liquefied Petroleum Gases	1	litres (l)	1.6	0.0	0.0	1.6	1.6
Liquefied Petroleum Gases	1	TJ	63,100	1.0	0.1	63,155	2,839
Blast furnace gas	1	metric tonne (t)	642	0.0	0.0	642	639
Blast furnace gas	1	TJ	260,000	1.0	0.1	260,054	258,754
Coke oven gas	1	metric tonne (t)	1,718	0.0	0.0	1,718	1,709
Coke oven gas	1	TJ	44,400	1.0	0.1	44,454	4,232
Oxygen steel furnace gas	1	metric tonne (t)	1,284	0.0	0.0	1,284	1,278

**LIQUID FOSSIL FUELS**

Fuel Name	Amount of fuel	Units	kg CO <sub>2</sub>	kg CH <sub>4</sub>	kg N <sub>2</sub> O	kg CO <sub>2</sub> e	kg CO <sub>2</sub> e incl. unox. carbon
Gas/Diesel oil	1	litres (l)	2.7	0.0	0.0	2.7	2.7
Gas/Diesel oil	1	TJ	74,100	3.0	0.6	74,343	3,600
Crude oil	1	litres (l)	2.5	0.0	0.0	2.5	2.5
Crude oil	1	TJ	73,300	3.0	0.6	73,543	2,808
Refinery feedstocks	1	metric tonne (t)	3,152	0.1	0.0	3,155	3,123
Refinery feedstocks	1	TJ	73,300	3.0	0.6	73,543	2,808
Motor gasoline	1	litres (l)	2.3	0.0	0.0	2.3	2.3
Motor gasoline	1	TJ	69,300	3.0	0.6	69,543	8,848
Aviation/jet gasoline	1	litres (l)	2.2	0.0	0.0	2.2	2.2
Aviation/jet gasoline	1	TJ	700,000	3.0	0.6	700,243	693,241
Aviation/jet gasoline	1	metric tonne (t)	3,101	0.1	0.0	3,104	3,073
Jet kerosene	1	TJ	71,500	3.0	0.6	71,743	1,026
Naphtha	1	litres (l)	2.5	0.0	0.0	2.5	2.5
Naphtha	1	TJ	73,300	3.0	0.6	73,543	2,808
Shale oil	1	litres (l)	2.8	0.0	0.0	2.8	2.8
Shale oil	1	TJ	73,300	3.0	0.6	73,543	2,808
Residual fuel oil / HFO	1	litres (l)	2.9	0.0	0.0	2.9	2.9
Residual fuel oil / HFO	1	TJ	77,400	3.0	0.6	77,643	6,867
Other kerosene	1	litres (l)	2.5	0.0	0.0	2.5	2.5
Other kerosene	1	TJ	71,900	3.0	0.6	72,143	1,422

**SOLID FOSSIL FUELS**

Fuel Name	Amount of fuel	Units	kg CO <sub>2</sub>	kg CH <sub>4</sub>	kg N <sub>2</sub> O	kg CO <sub>2</sub> e	kg CO <sub>2</sub> e incl. unox. carbon
Anthracite	1	metric tonne (t)	2,625	0.0	0.0	2,625	2,573
Anthracite	1	TJ	98,300	1.0	1.5	98,726	96,751
Bitumen	1	metric tonne (t)	3,244	0.1	0.0	3,247	3,182
Bitumen	1	TJ	80,700	3.0	0.6	80,943	79,324
Lignite	1	metric tonne (t)	1,202	0.0	0.0	1,202	1,178
Lignite	1	TJ	101,000	1.0	1.5	101,426	99,397
Other bituminous coal	1	metric tonne (t)	2,441	0.0	0.0	2,441	2,392
Other bituminous coal	1	TJ	94,600	1.0	1.5	95,026	93,125
Sub bituminous coal	1	metric tonne (t)	1,816	0.0	0.0	1,816	1,780
Sub bituminous coal	1	TJ	9,6100	1.0	1.5	10,036	9,835
Brown coal briquettes	1	metric tonne (t)	2,018	0.0	0.0	2,018	1,978
Brown coal briquettes	1	TJ	97,500	1.0	1.5	97,926	95,967
Peat	1	metric tonne (t)	1,034	0.1	0.0	1,037	1,016
Peat	1	TJ	106,000	10	1.4	106,651	104,518
Municipal waste (Non biomass fraction)	1	metric tonne (t)	917	0.3	0.0	925	907
Coking coal	1	metric tonne (t)	2,668	0.0	0.0	2,668	2,615
Coking coal	1	TJ	94,600	1.0	1.5	95,026	93,125
Petroleum coke	1	metric tonne (t)	3,169	0.1	0.0	3,172	3,109
Petroleum coke	1	TJ	97,500	3.0	0.6	97,743	95,788
Coke oven coke	1	metric tonne (t)	3,017	0.0	0.0	3,017	2,957
Coke oven coke	1	TJ	107,000	1.0	1.5	107,426	105,277

**SOLID WASTE FUELS**  
Source: Factors are for non-biomass fractions. IPCC 2006 Stationary Combustion

Fuel Name	Amount of fuel	Units	kg CO <sub>2</sub>
Municipal Solid Waste (non biomass fraction)	1	TJ	91,700
Municipal Solid Waste (non biomass fraction)	1	metric tonne	917
Industrial Wastes	1	TJ	143,000
Waste oils	1	TJ	73,300

# Consumo elettrico

Le emissioni dal consumo di energia elettrica acquistata in rete sono calcolate in base al fattore di emissione paese (Tabella A1.3 Manuale BEI), comprese le relative perdite di rete:

- HV: 2 % (ad es. grandi utenze industriali connesse alla rete di trasmissione)
- MV: 4 % (ad es. domanda industriale connessa alla media tensione)
- LV: 7 % (ad es. domanda dei consumatori finali)

<b>Emission factors in gCO<sub>2</sub>/kWh</b> <b>(The impact of non-CO<sub>2</sub> GHGs is negligible. For calculation purposes, the factors below can be considered as CO<sub>2e</sub>.)</b>					
Country/territory/island	Combined margin intermittent electricity generation	Combined margin firm electricity generation/ electricity consumption	Electricity consumption/ network losses HV grid +2%	Electricity consumption/ network losses MV grid +4%	Electricity consumption/ network losses LV grid +7%
Italy	343	224	228	233	239

Per le forniture di energia rinnovabile (p.es, con garanzia di origine), si usa comunque il fattore di emissione paese, tranne in caso di impianto FER dedicato con connessione diretta.

# Consumo termico

---

In caso di acquisto diretto di calore (p.es da teleriscaldamento / recupero calore di scarto), oppure acquisto di vapore per applicazioni industriali o teleraffrescamento:

- Il fattore di emissione ( $\text{gCO}_2\text{eq/kWh}_{\text{th}}$ ) è specifico al progetto e deve essere fornito dal promotore (sulla base delle informazioni rilasciate dal produttore di energia termica)
- Il fattore dipenderà dal mix energetico usato per produrre il calore, l'efficienza degli impianti di produzione ed eventuali perdite di trasmissione / distribuzione del calore dal punto di produzione al punto di consumo.

# Esempio numerico: efficientamento energetico (i)

**Efficientamento di un processo produttivo** per la produzione di bioetanolo.  
Riduzione consumi di gas naturale ed elettricità dalla rete (media tensione)

Fattori di emissione:

Gas  $\approx 56 \text{ tCO}_2/\text{TJ} * 3.6 \text{ TJ/GWh} = 202 \text{ tCO}_2/\text{GWh}$  di gas

Elettricità (fattore di rete, media tensione):  $233 \text{ tCO}_2/\text{GWh}$

- Emissioni scenario di riferimento (*baseline*) = situazione pre-progetto, consumi effettivi come riportati da diagnosi energetica
  - Gas: 180 GWh, elettricità: 15 GWh
  - $\text{tonCO}_2/\text{a} = (180 * 202 = 36,4 \text{ ktpa}) + (15 * 233 = 3,4 \text{ ktpa}) = 39 \text{ 883 ton/anno}$

# Esempio numerico: efficientamento energetico (ii)

---

- Emissioni assolute (con progetto) = consumi stimati, dati da studio di fattibilità sulla base delle simulazioni della diagnosi energetica
  - Gas: 144 GWh, elettricità: 12 GWh
  - $\text{tonCO}_2/\text{anno} = (144 \cdot 202 = 29,1 \text{ ktpa}) + (12 \cdot 233 = 2,8 \text{ ktpa}) = 31\,907 \text{ tonCO}_2/\text{anno}$
- Emissioni relative = impatto carbonico incrementale = emissioni assolute meno emissioni *baseline* =  $31\,907 - 39\,883 = -7\,977 \text{ tonCO}_2/\text{anno}$

# Esempio numerico: edifici e APE

Regione Lombardia  
ARIA

**ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI**  
CODICE IDENTIFICATIVO: 1514600378416 VALIDO FINO AL: 15/02/2026

APE 2015

## PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard.

### Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete		Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP <sub>gl,nren</sub> kWh/m <sup>2</sup> anno 368,48
<input checked="" type="checkbox"/>	Gas naturale	5033,06 m <sup>3</sup>	
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input type="checkbox"/>	Gasolio e Olio combustibile		Indice della prestazione energetica rinnovabile EP <sub>gl,ren</sub> kWh/m <sup>2</sup> anno 3,18
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico		Emissioni di CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> anno 67,61
<input type="checkbox"/>	Solare termico		
<input type="checkbox"/>	Eolico		
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro (specificare)		

Efficientamento di un edificio pubblico di 4 570 m<sup>2</sup> da classe F a classe B

- Emissioni scenario di riferimento (*baseline*) = sulla base dell'APE
  - $67,61 \text{ kg/m}^2 * 4\,570 \text{ m}^2 = 309 \text{ tonCO}_2/\text{anno}$
- Emissioni assolute (con progetto) = consumi energetici e relative emissioni stimati, simulazioni APE da diagnosi energetica
  - $50,60 \text{ kg/m}^2 * 4\,570 \text{ m}^2 = 231 \text{ tonCO}_2/\text{anno}$
- Emissioni relative = impatto carbonico incrementale = emissioni assolute meno emissioni *baseline* =  $231 - 309 = -78 \text{ tonCO}_2/\text{anno}$

---

# Produzione energia rinnovabile

# Produzione di elettricità rinnovabile

- Emissioni assolute = zero / trascurabili, con l'eccezione di idroelettrico con grandi bacini
- Emissioni di riferimento (*baseline*): per i progetti di generazione di energia elettrica connessi alla rete si utilizza una media ponderata (***margin combinato***) tra:
  - *margin operativo*: emissioni da mix di generazione esistente spiazzato dal progetto
  - *margin di costruzione*: emissioni spiazzate da impianti di futura costruzione
- Il ***margin combinato*** è diverso a seconda che la generazione sia intermittente (ad esempio eolico, solare) o ferma/controllabile (ad es. biomassa).

Emission factors in gCO <sub>2</sub> /kWh (The impact of non-CO <sub>2</sub> GHGs is negligible. For calculation purposes, the factors below can be considered as CO <sub>2</sub> e.)					
Country/territory/island	Combined margin intermittent electricity generation	Combined margin firm electricity generation/ electricity consumption	Electricity consumption/ network losses HV grid +2%	Electricity consumption/ network losses MV grid +4%	Electricity consumption/ network losses LV grid +7%
Italy	343	224	228	233	239

- Per i progetti **di generazione di calore**, utilizzare l'alternativa economica come base di riferimento
  - L'impianto di generazione di calore sostituisce un impianto esistente prima della fine del suo ciclo di vita? — > utilizzare l'impianto esistente come *baseline*
  - In caso contrario, utilizzare come *baseline* la miglior alternativa al progetto, p. es, caldaia acqua calda / vapore a gas, pompa di calore (a seconda delle applicazione specifiche del progetto e delle opzioni disponibili)
- Nel caso di **impianti di teleriscaldamento**,
  - considerare livello perdite di rete nell'ambito delle emissioni "con progetto", anche se la rete è al di fuori dei confini del progetto.
  - la *baseline* è tipicamente il riscaldamento individuale (p. es caldaia a gas, pompe di calore).

# Esempio numerico: Impianto FER

Impianto fotovoltaico da 10 MW<sub>p</sub> con produzione annua attesa di 13,2 GWh

- Emissioni assolute (con progetto)  
0 tonCO<sub>2</sub>/anno
- Emissioni scenario di riferimento (*baseline*): usa fattore di emissioni *marginale combinato* per produzione di elettricità intermittente (343 gCO<sub>2</sub>/kWh)  
 $13,2 \text{ GWh} * 343 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 4 528 \text{ tonCO}_2/\text{anno}$
- Emissioni relative = impatto carbonico incrementale = emissioni assolute meno emissioni *baseline* =  $0 - 4 520 = -4 528 \text{ tonCO}_2/\text{anno}$

---

# Reti di trasmissione / distribuzione

# Reti elettriche

---

- Le emissioni dirette riguardano le emissioni associate con le **perdite di rete**
- In alcuni casi (sottostazioni) possibili emissioni fuggitive di SF<sub>6</sub> (vedi Annex 1, metodo 4 Manuale BEI)
- Emissioni assolute: se il progetto è parte di un'infrastruttura preesistente si applica un pro-rata in base alla porzione di infrastrutture riabilitata / potenziata / estesa
- Emissioni baseline: soddisfacimento domanda con maggiori perdite (simulazioni Promotore o aumento perdite proporzionale ad aumento domanda)
- Per infrastrutture preesistenti, le emissioni relative vanno stimate confrontando scenario con e senza progetto (tutta l'infrastruttura con e senza progetto)
- Se rilevante, le emissioni relative tengono conto dell'impatto del progetto sul sistema (ad esempio riduzione congestione e relativa ottimizzazione dispacciamento) -> possibile inclusione emissioni "scope 3"

Programma di investimento pluriennale per ammodernamento e estensione della rete di un Distributore con domanda di 1.54 TWh nel 2022 e rete di 7 964 km

Nel 2026 grazie al progetto la rete avrà 2,58% di nuove linee e 1,22% di linee ammodernate. Elettricità distribuita nel 2026: 1.63 TWh. Perdite di rete con progetto 3.8% / senza progetto 4%

Fattore di emissione per perdite rete (media tensione +4%): 233gCO<sub>2</sub>/kWh

- Emissioni assolute del progetto

Perdite da linee progetto: 1 630 GWh \* (2,58%+1.22%) \* 3,8% = 2,35 GWh

Emissioni perdite linee progetto: 2,35 GWh \* 233tCO<sub>2</sub>/GWh = 548 tCO<sub>2</sub>/anno

- Emissioni scenario con progetto

Totale perdite di rete Promotore **con progetto**:  $1\,630\text{ GWh} * 3,8\% = 61,94\text{ GWh}$

Emissioni da perdite di rete Promotore:  $61,94\text{ GWh} * 233\text{tCO}_2/\text{GWh} = 14\,432\text{ tCO}_2/\text{anno}$

- Emissioni scenario di riferimento (*baseline*) – rete intera **senza progetto**

Totale perdite di rete Promotore:  $1\,630\text{ GWh} * 4,0\% = 65,20\text{ GWh}$

Emissioni da perdite di rete Promotore:  $65,20\text{ GWh} * 233\text{tCO}_2/\text{GWh} = 15\,192\text{ tCO}_2/\text{anno}$

- Emissioni relative = impatto carbonico incrementale = emissioni con progetto meno emissioni *baseline* =  $14\,432 - 15\,192 = -760\text{ tonCO}_2/\text{anno}$



**Sessione 2.**  
**Caso 2 - Q&A**

---

**AdG**

## Gruppo di lavoro

DipCoe / NUVAP      Paola Andreolini, Oriana Cuccu, Alba Fagnani, Pia Marconi

JASPERS              Francesco Angelini, Neri Di Volo, Francesco Ferrario, Ioanna Kourti,  
Massimo Marra

MASE                  Fabiana Baffo, Antonio Carbone, Elisa Anna Di Palma, Daniela Fiore,  
Anna Maria Maggiore

