



Università  
degli Studi  
della Campania  
*Luigi Vanvitelli*



Università  
Mercatorum

Consiglio Nazionale delle Ricerche



Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili



KNOWLEDGE THAT INNOVATES

# PATHS TO 2030:

Possibili traiettorie del trasporto  
su strada per il raggiungimento  
degli obiettivi del pacchetto  
climatico  
EU “Fit for 55”

*Prof Ennio Cascetta*

*Presidente del Cluster Tecnologico Nazionale Trasporti*

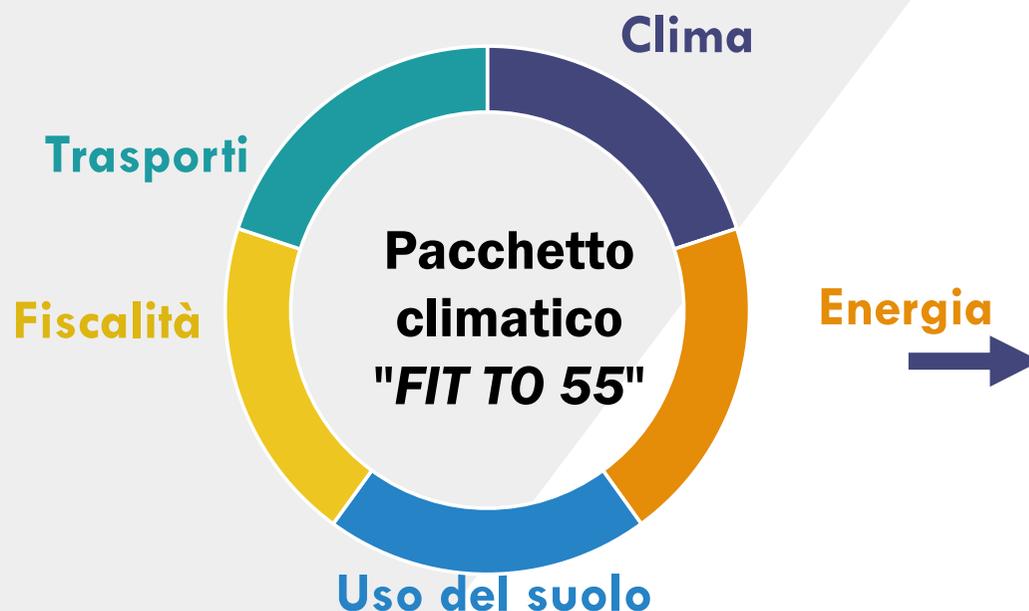


**Cluster Trasporti**

## IL GRUPPO DI LAVORO (GDL)

- **Ennio Cascetta** - *responsabile scientifico per conto del Cluster Trasporti*
- **Armando Cartenì** (*coordinatore*) - Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Antonella Falanga** - Dipartimento di Ingegneria , Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Carlo Beatrice** (*coordinatore*) - Istituto di Scienze e Tecnologie per l’Energia e la Mobilità Sostenibili (STEMS) CNR
- **Davide Di Domenico** - Istituto STEMS CNR / Università degli Studi Parthenope
- **Vittorio Marzano** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Ilaria Henke** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Mariarosaria Picone**- Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Angela Romano** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale ( DICEA), Università di Napoli Federico II
- **Daniela Tocchi** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale ( DICEA), Università di Napoli Federico II
- **Francesco Grasso** - Ingegnere libero professionista
- **Sergio Maria Patella** - Facoltà di Economia, Universitas Mercatorum
- **Roberto Zucchetti** - ptsclas S.p.A./Università Bocconi

# 14 LUGLIO 2021 "FIT FOR 55" PACCHETTO CLIMATICO EU IN DISCUSSIONE



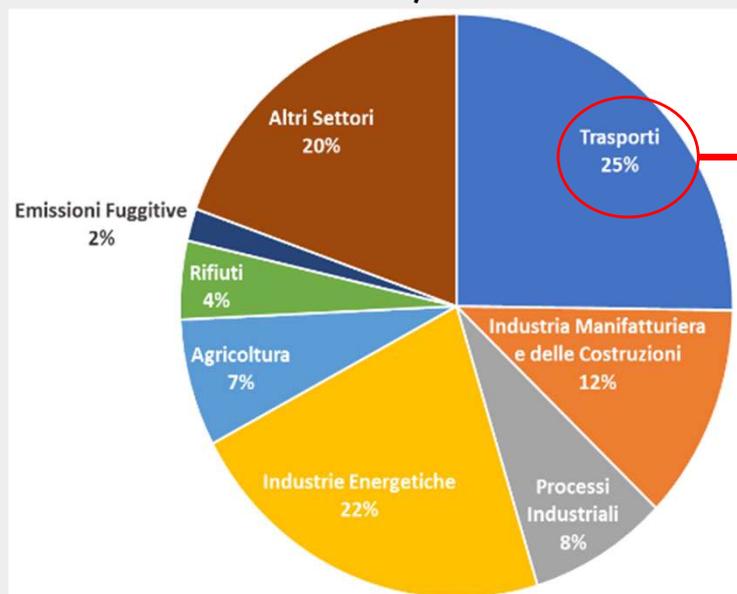
## OBIETTIVI

- Entro il 2030 emissioni di gas a effetto serra -55% rispetto al 1990
- Entro il 2050 «carbon neutrality»

Recente (giugno 2022) proposta della Commissione europea, approvata dal parlamento, in fase di approvazione che fissa, per il settore dei trasporti (che non è coperto dall'Emission Trading System -ETS), **un target di riduzione delle emissioni di gas serra all'intero del programma "Fit for 55" del 43% al 2030 rispetto al 2005.**

# INCIDENZA DEI TRASPORTI SULLE EMISSIONI DI GAS SERRA

ITALIA, 2019



(Elaborazioni su dati Italian GHG Inventory 2019 ed ISPRA, 2021)

Confrontabile con altri Paesi :

- **25% EU28** (*Transport and the Green Deal. European Commission*).
- **27% UK** (*2019 UK Greenhouse Gas Emissions, Final Figures. National Statistics. Department for Business, Energy & Industrial Strategy*).
- **24% Germania** (*Summary of GHG Emissions for Germany. United Nations. Framework Convention on Climate Change*).
- **27% Stati Uniti** (*Sources of Greenhouse Gas Emissions. EPA. United States Environment Protection Agency*).

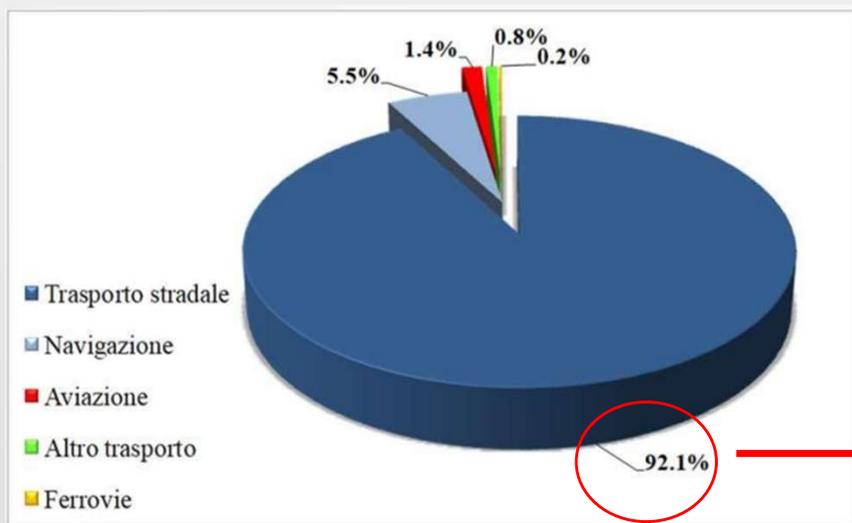
Incidenza più bassa si registra in:

- **18% Giappone** (*Additional materials from the 2020 Annual Report on the Environment*).
- **10% Cina** (*China Automotive Industry Development Report, 2020*)

Incidenza dei trasporti cresciuta di 5 punti percentuali dal 1990 a seguito di una razionalizzazione degli altri settori

# INCIDENZA EMISSIONI DI GAS SERRA DEL TRASPORTO STRADALE RISPETTO ALLE ALTRE MODALITÀ DI TRASPORTO

ITALIA, 2019



Dati ISPRA da Rapporto STEMI: decarbonizzare i trasporti (2022)

Confronto con altri Paesi :

- 72% EU28 (*European Environment Agency*).
- 91% UK (*Transport and Environment Statistics 2021 Annual report. Department for transport*).
- 88% Stati Uniti (*Fast Facts on Transportation Greenhouse Gas Emissions. EPA. United States Environment Protection Agency*).
- 87% Cina (*CO<sub>2</sub> emissions distribution from transportation in China 2019, by mode. Statista Research Department*)

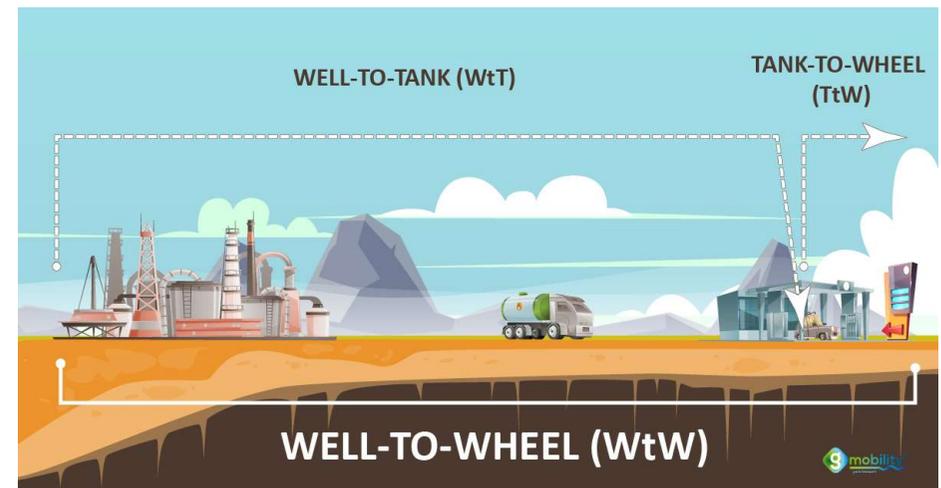
Oltre il 92% imputabile al trasporto stradale

## OBIETTIVI DELLA RICERCA

- 1 Stime dell'inventario del traffico (veicoli\*km), dei gas serra (CO<sub>2</sub><sub>equiv.</sub> TTW e WTW) e dei consumi energetici (TWh) imputabili al settore dei trasporti stradali in Italia
- 2 Stimare effetti di possibili scenari tendenziali di mobilità, politiche e azioni per verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU "*Fit for 55*" e WTW
- 3 Stimare effetti di alcuni scenari non tendenziali considerando nuovi vettori energetici

## PERIMETRO DI ANALISI

- solo mobilità stradale (>90% del totale emissioni settore trasporti), per tipologia di veicolo (moto, auto, bus, veicoli merci leggeri e pesanti) ed ambito (urbano, extraurbano ed autostradale)
- le stime si riferiranno sia al ciclo dal "serbatoio alla ruota" (*Tank-To-Whell, TTW*) che dal "pozzo alla ruota" (*Well-To-Wheel, WTW*)
- scenari simulati:
  - 2019, dati consolidati
  - 2022, effetto COVID-19
  - 2005, anno di rif. "*Fit for 55*"



# IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

- La tecnologia dei **veicoli 100% elettrici** sembra la soluzione più rapida ed efficace (matura) per il trasporto passeggeri e quello delle merci con veicoli leggeri
- i **biocombustibili**, che sfruttando scarti dell'agricoltura o coltivazioni ad hoc, sottraggono CO2 dall'ambiente durante il loro ciclo vita ("bio credito") e potrebbero contribuire concretamente alla riduzione delle emissioni per i veicoli merci pesanti
- l'**approccio A-S-I** sembra quello più promettente per la definizione degli scenari di paths to 2030:
  - ✓ "AVOID" si traduce in politiche volte alla riduzione del numero di veicoli\*km (meno viaggi, meno km , maggior riempimento )
  - ✓ "SHIFT" si traduce in politiche (push e/o pull) di diversione modale (es. modifiche comportamenti utenti)
  - ✓ "IMPROVE" si traduce in politiche di incentivazione/promozione dello sviluppo tecnologico e del rinnovo del parco veicolare circolante (es. veicoli a basso impatto ambientale)

# IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

**Incertezza della domanda** (*es. variabili socio-economiche legate alla domanda di viaggio, al comportamento degli utenti, ai livelli di traffico..*)

**Incertezza dell'offerta** (*es. prestazioni , tempi e costi di costruzione, innovazioni tecnologiche dirompenti..*)

**Incertezza del contesto** (*es. ciclo politico, portatori di interesse, vincoli normative, pluralità di soggetti coinvolti*).

# IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

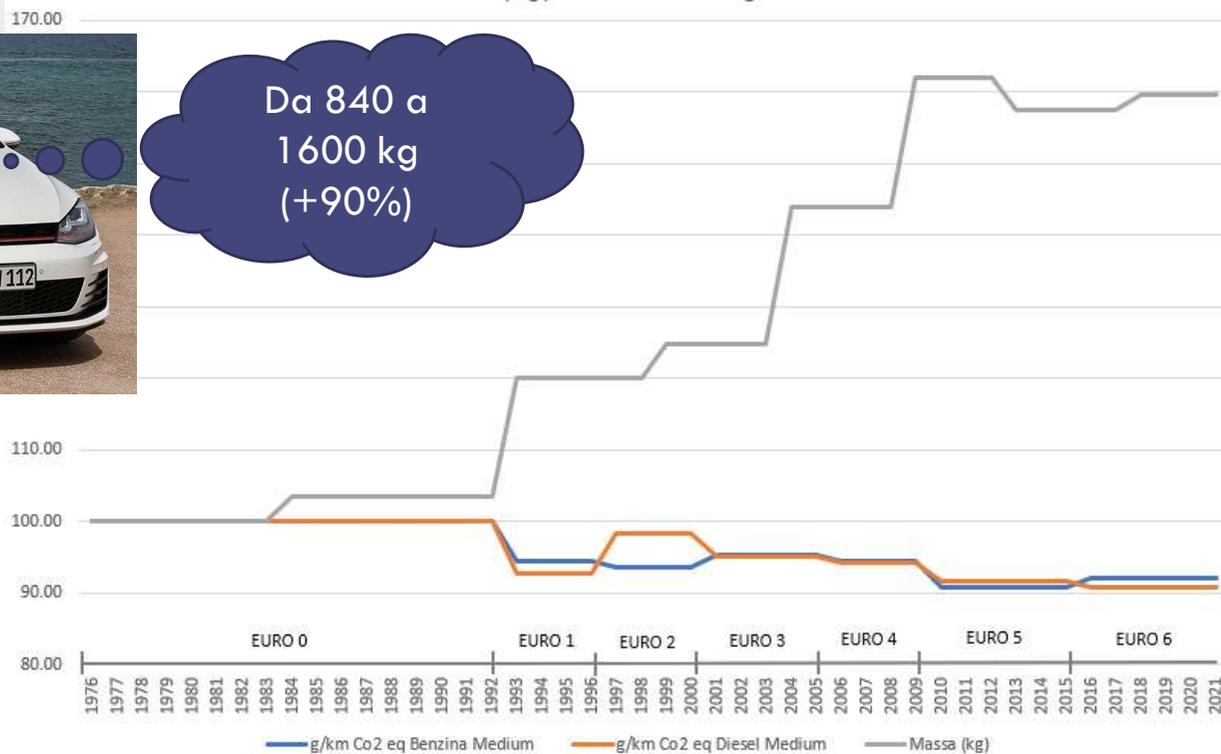
EVOLUZIONE RILEVANTE DELLA MASSA DELLE AUTOVETTURE HA RIDIMENSIONATO L'EVOLUZIONE TECNOLOGICA PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI UNITARIE: L'ESEMPIO DEL SEGMENTO C

ESEMPIO SEGMENTO C Volkswagen Golf



L'incidenza dello sviluppo tecnologico dal 1990 è stata parzialmente attenuata sia dall'aumento della massa dei veicoli che delle nuove tecnologie di bordo sempre più energivore

Confronto tra emissioni di CO<sub>2</sub>eq (g/km) per classi e alimentazione e massa (kg) della Volkswagen Golf



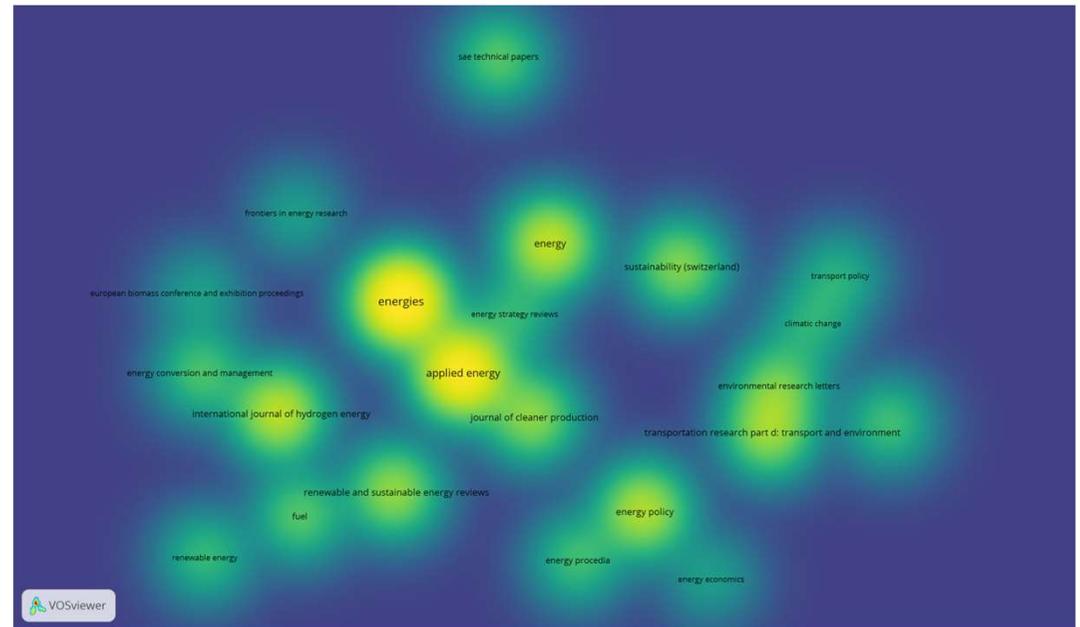
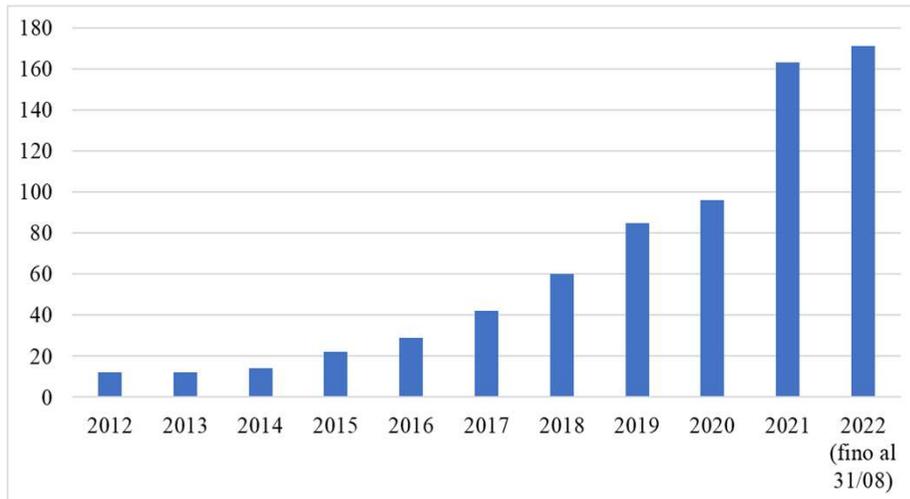


**LO STUDIO  
IN DETTAGLIO**



# ANALISI DI LETTERATURA SCIENTIFICA

Criterio di ricerca di pubblicazioni scientifiche: «Decarboniz\*» AND «Transport\* sector»



Articoli pubblicati su riviste internazionali dal 2012 al 2022: **crescente attenzione agli impatti dei trasporti sul riscaldamento globale**

Tema studiato principalmente da riviste del settore energetico: **dimensione *improve* prevalente**, mancano studi “trasportistici” (dimensioni *avoid* e *shift*)

# STUDI NAZIONALI SU SCALA EUROPEA

Autori (anno), titolo, rivista	Contesto applicativo	Orizzonte temporale	Settore	Asse analizzato
<b>Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili (2022). Decarbonizzare i trasporti: Evidenze scientifiche e proposte di policy.</b>	Italia	2030/2050	Passeggeri e merci	I
<b>Anderl et al. (2019), Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2019</b>	Austria	2030/2050	Passeggeri e merci	ASI
<b>Dillman (2021), Decarbonization scenarios for Reykjavik's passenger transport: The combined effects of behavioural changes and technological developments. Sustainable Cities and Society</b>	Islanda	2050	Passeggeri	ASI
<b>European Environment Agency (2022), Decarbonising Road Transport – The Role of Vehicles, Fuels and Transport Demand</b>	UE	2030/2050	Passeggeri e merci	ASI
<b>Kany et al. (2022), Energy efficient decarbonisation strategy for the Danish transport sector by 2045. Smart Energy</b>	Danimarca	2045	Passeggeri	ASI
<b>Kramer et al. (2021), Future Fuels: FVV Fuels Study IV: The Transformation of Mobility to the GHG-neutral Post-fossil Age, Final report</b>	Germania	2030/2050	Passeggeri e merci	I
<b>Mattila e Antikainen (2011), Backcasting sustainable freight transport systems for Europe in 2050. Energy Policy</b>	UE	2050	Merci	SI
<b>Mock e Díaz (2021), Pathways to decarbonization: the European passenger car market in the years 2021–2035</b>	UE	2035	Passeggeri	I
<b>Ribeiro e Mendes (2022), Towards Zero CO2 Emissions from Public Transport: The Pathway to the Decarbonization of the Portuguese Urban Bus Fleet. Sustainability</b>	Portogallo	2034	Passeggeri	I
<b>Salvucci et al. (2019), The role of modal shift in decarbonising the Scandinavian transport sector: Applying substitution elasticities in TIMES-Nordic. Applied Energy</b>	Regioni scandinave	2030-2050	Passeggeri e merci	SI
<b>Soria-Lara e Banister (2017), Participatory visioning in transport backcasting studies: Methodological lessons from Andalusia (Spain). Journal of Transport Geography</b>	Spagna	2050	Passeggeri e merci	ASI
<b>Tsita e Pilavachi (2017), Decarbonizing the Greek road transport sector using alternative technologies and fuels. Thermal Science and Engineering Progress</b>	Grecia	2050	Passeggeri e merci	I

# STUDI SU SCALA EUROPEA ED INTERNAZIONALE

## I RISULTATI DI UN'ANALISI DESK

Principali indicazioni degli studi analizzati:

- l'approccio multidimensionale "ASI" (contenimento della domanda, politiche di diversione modale e miglioramento tecnologico) risulta essere il più promettente per il percorso di decarbonizzazione del settore dei trasporti
- la progressiva penetrazione dei veicoli 100% elettrici viene individuata come soluzione tecnologica più rapida ed efficace per il trasporto passeggeri
- la riduzione di impatti ambientali per il trasporto merci dipende maggiormente dal calo della domanda (maggiori ostacoli per lo shift modale e sviluppo tecnologico)

Principali limiti riscontrati:

- si ipotizzano scenari poco realizzabili con ipotesi eccessivamente ottimistiche
- il percorso verso il futuro "desiderabile" (scenari zero/low-emissions) non viene guidato ed organizzato in intervalli temporali progressivi
- non tutti gli studi concludono che i targets del "Fit for 55" potranno essere raggiunti dal settore dei trasporti

Per l'Italia vengono individuate alcune possibili soluzioni tecnologiche per perseguire la decarbonizzazione (assenza di analisi quantitative sui possibili impatti e sui tempi a supporto)

# PRINCIPALI ELEMENTI DI ORIGINALITÀ DELLO STUDIO PROPOSTO

## SCENARIO ATTUALE

- inventario originale della domanda di mobilità dei passeggeri e delle merci su gomma (veicoli\*km) per ambito a partire da un'analisi approfondita dei dati multi-fonte disponibili e dei traffici internazionali
- stima dell'inventario dei gas serra (CO<sub>2</sub> equiv.) e dei consumi energetici (TWh) imputabile al settore stradale dei trasporti in Italia secondo le metodologie di stima consolidate
- validazione incrociata dei risultati tramite applicazione congiunta di metodi bottom-up e top-down
- aggiornamento delle stime al periodo pandemico (2020-2022)

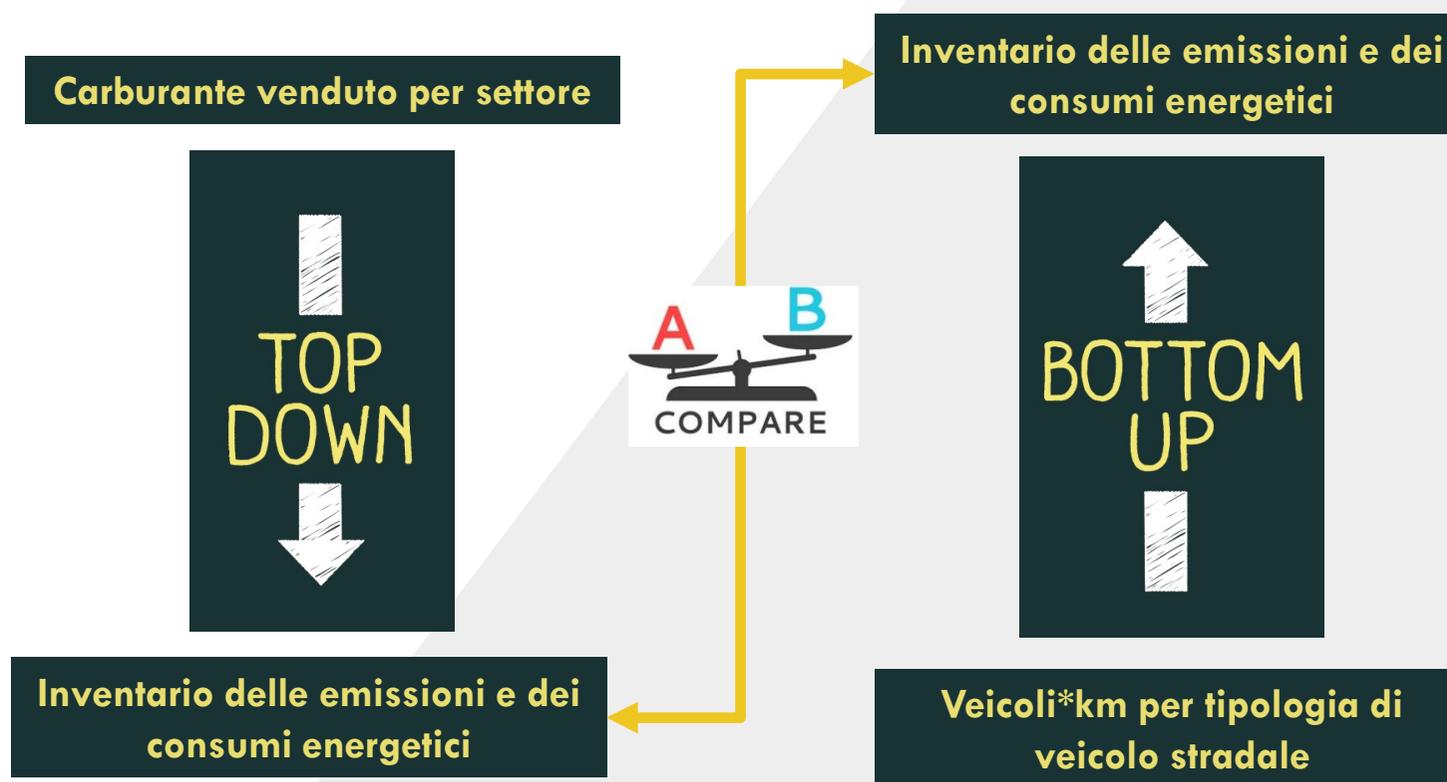
## SCENARI TENDENZIALI DI PATHS AL 2030

- riconoscimento della «profonda Incertezza» delle fase socio-economica con ipotesi ottimistiche e pessimistiche (rispetto all' obiettivo decarbonizzazione)
- stima quantitativa impatti prodotti da un mix verosimile (intervallo) di azioni/politiche/soluzioni tecnologiche secondo un approccio multidimensionale (paradigma "ASI") e grado di raggiungibilità

## SCENARI NON TENDENZIALI

- esplicita definizione di scenari non tendenziali «teorici» (es. rinnovo parco 100% a veicoli full-electric) e di «policy» al 2030 (es. biocarburanti per alimentazione veicoli diesel EURO 6)

# LA METODOLOGIA DI STIMA





## RISULTATI STIME VEICOLI\***KM**

- 
- per singola categoria veicolare
  - ed ambito di percorrenza

# AMBITI E DEFINIZIONI

## CATEGORIE VEICOLARI ANALIZATE

- **Autovetture:** grande/SUV, media, piccola/mini
- **Motocicli:** due tempi, quattro tempi
- **Bus:** urbano medio ( $\leq 15$  t), urbano standard (15 - 18 t), urbano articolato ( $> 18$  t), coaches standard ( $\leq 18$  t), coaches articolato ( $> 18$  t)
- **Veicoli merci:** raggruppati per peso veicolo (tara) e carico medio pari a  $\leq 7,5$  t, 7,5 - 12 t, 12 - 14 t, 14-20 t, 20-26 t, 26 - 28 t, 28-34 t, 34-40 t, 40 - 50 t, 50 - 60 t.

## AMBITI DI PERCORRENZA PER TIPOLOGIA DI INFRASTRUTTURA STRADALE

- **AUTOSTRAD**E, ovvero le strade extraurbane/urbane a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia, prive di intersezioni a raso e di accessi privati e con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione (tipo A all'Art. 2 del codice della strada)
- **STRADE URBANE**, ovvero le strade comunali, di proprietà o gestione di un Comune (tipo D, E ed F all'Art. 2 del codice della strada)
- **STRADE EXTRAURBANE**, ovvero le strade extraurbane non appartenenti alle categorie precedenti (tipo B e C all'Art. 2 del codice della strada)

# MOBILITÀ DELLE PERSONE

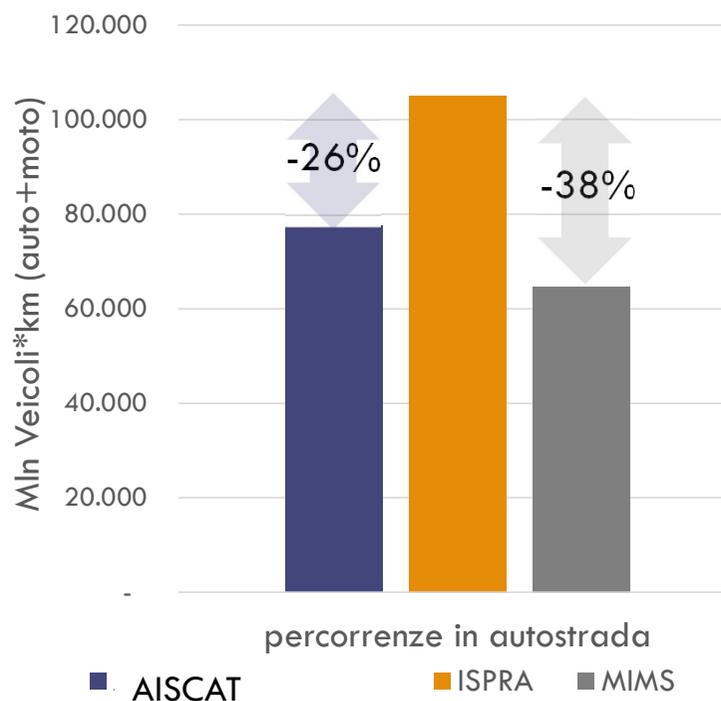
TALVOLTA GRANDE VARIABILITÀ TRA LE FONTI DATI DISPONIBILI

Principali cause:

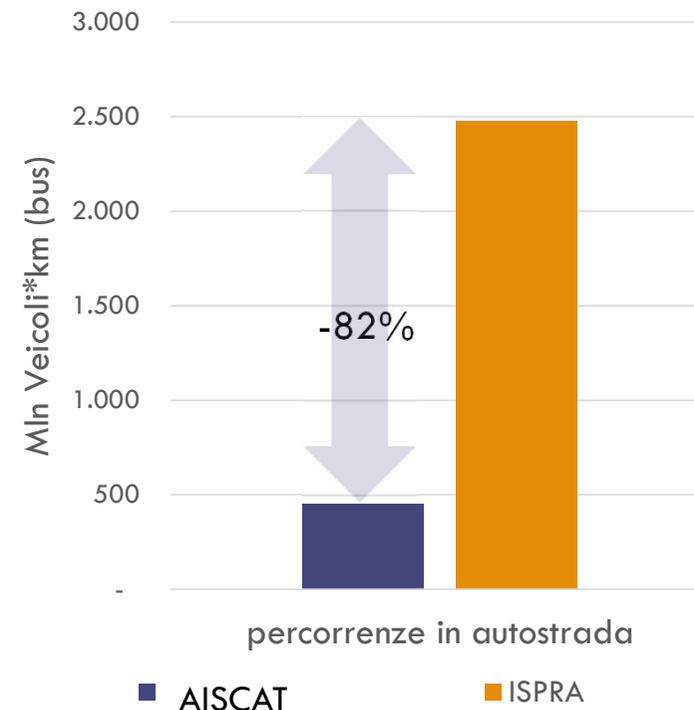
- Unità di misura differenti (es. veicoli\*km vs. passeggeri; veicoli merci vs. tonnellate trasportate)
- dati parziali (es. ambito urbano, traffici vettori esteri)
- ipotesi di calcolo eterogenee (es. rilevazioni campionarie vs. censuarie)

\*

Stima veicoli\*km (auto+moto) in autostrada per le diverse fonti (2019)



Stima veicoli\*km (bus) in autostrada per le diverse fonti (2019)



# MOBILITÀ DELLE PERSONE

METODO DI STIMA VEICOLI\*KM: le fonti DATI

Analisi incrociate considerando le principali fonti di riferimento nazionali:

- 1) **ISPRA (2022)**. Dati trasporto stradale 1990-2020 disponibili su <http://emissioni.sina.isprambiente.it>
- 2) **ISFORT (2020-2021)**, 17° e 18° Rapporto sulla mobilità degli italiani. Tra gestione del presente e strategie per il futuro
- 3) **Piani Urbani Mobilità Sostenibile (PUMS)** di diverse città italiane, tra cui, Milano, Roma capitale, Bologna
- 4) **ISTAT (2011)**, matrice del pendolarismo per motivi di lavoro o di studio riferita alla popolazione residente rilevata al 15° Censimento generale della popolazione
- 5) **Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili (MIMS)**, Conto Nazionale delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (Anni 2019 – 2020)
- 6) **Conteggi di traffico** per singola categoria veicolare disponibili su rete ANAS e Autostrade
- 7) **AISCAT (2019)**. Dati delle autostrade italiane in concessione disponibili su <https://www.aiscat.it/>
- 8) **Autostrade per l'Italia S.p.A. (2022)**, Libro bianco: rigenerazione, resilienza e sostenibilità delle autostrade italiane

# MOBILITÀ DELLE PERSONE

## METODO DI STIMA VEICOLI\*KM: LE IPOTESI DI CALCOLO

	Urbano	Extraurbano	Autostrade
Auto	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km stimati da ISPRA (fonte: [1]) e validati da elaborazioni a partire da dati ISFORT (fonte: [2]) e di alcuni PUMS di città italiane (fonte: [3])</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km stimati da ISPRA (fonte: [1])</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km stimati su rete Aiscat per le classi di pedaggio A e B (fonte: [7]) e su autostrade Anas (fonte: [8])</li> <li>classe di pedaggio A considerata al 100%, mentre quella B per la sola quota parte della mobilità passeggeri (fonte: [8])</li> <li>suddivisione per classe di veicolo (auto, motocicli e bus) sulla base dei conteggi di traffico disponibili (fonte: [6])</li> </ul>
Motocicli		<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km stimati da ISPRA (fonte: [1])</li> </ul>	
Bus	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*km stimati come media dei dati ISPRA [1] e MIMS [5] che differiscono per circa il 30%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km (<math>Vk_{bus}</math>) stimati come:  <math display="block">Vk_{bus} = I_{bus} * veicoli*Km_{a+m}</math>                     con                     <ul style="list-style-type: none"> <li><math>veicoli*Km_{a+m}</math> è il totale dei veicoli*Km in ambito extraurbano relativi alle auto e motocicli (fonte: [1])</li> <li><math>I_{bus}</math> è l'incidenza dei veicoli*km in extraurbano per i bus rispetto al totale auto + motocicli, stimata tramite conteggi di traffico disponibili (fonte: [6])</li> </ul> </li> </ul>	

# MOBILITÀ DELLE MERCI

## METODO DI STIMA VEICOLI\*KM: LE FONTI DATI

- 1) Piani Urbani Mobilità Sostenibile (PUMS) di diverse città italiane, tra cui, Milano, Roma Capitale, Bologna
- 2) ANAS (2019); dati di traffico sistema PANAMA
- 3) ISPRA (2022); dati trasporto stradale 1990-2020 disponibili su <http://emissioni.sina.isprambiente.it>
- 4) Autostrade per l'Italia S.p.A. (2019); matrici casello-casello per classe di pedaggio
- 5) Autostrade per l'Italia S.p.A. (2019); dati pese dinamiche
- 6) AISCAT (2019-2021); dati delle autostrade italiane in concessione disponibili su <https://www.aiscat.it>
- 7) Open Data Lombardia: matrice veicoli commerciali e pesanti, anno 2016

## MOBILITÀ DELLE MERCI

# METODO DI STIMA VEICOLI\*KM: LE IPOTESI DI CALCOLO

	Urbano	Extraurbano	Autostrade
Merci	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*Km (<math>Vk_{merci}</math>) stimati come:  <math display="block">Vk_{merci} = I_{merci} * veicoli*Km_{persone}</math>                     con                     <ul style="list-style-type: none"> <li><math>veicoli*Km_{persone}</math> è il totale dei veicoli*Km stimati in ambito urbano relativi alla mobilità delle persone</li> <li><math>I_{merci}</math> è la percentuale di incidenza media dei veicoli*km merci sul totale desunta da PUMS italiani (fonte: [1]) e studi internazionali di settore</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dati stimati a partire dalle serie storiche aggiornate secondo due ipotesi di crescita :                     <ul style="list-style-type: none"> <li>per la tipologia di veicoli Heavy Duty Trucks applicazione della crescita tendenziale riscontrata su <i>autostrade</i></li> <li>per la tipologia Light Commercial Vehicles applicazione della crescita tendenziale riscontrata sulla tipologia stradale <i>urbano</i></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veicoli*km per classe di pedaggio (2÷5 assi) stimati da matrici casello-casello su rete Autostrade per l'Italia (ASPI) (fonte: [4]) (~42.5% totale estesa rete autostradale nazionale)</li> <li>veicoli*km per tipologia di veicolo stimati su sistema PANAMA su rete ANAS (~18.5% totale estesa rete autostradale nazionale), (fonte: [2]), associando la lunghezza di una tratta di riferimento a ciascuna sezione monitorata</li> <li>armonizzazione dei dati ASPI (fonte: [4]) e ANAS (fonte: [2]) alla classificazione veicolare ISPRA (fonte: [3]) sulla base di dati di pese dinamiche sulla rete autostradale ASPI (fonte: [5])</li> <li>espansione all'intera rete autostradale nazionale sulla base di dati AISCAT (fonte: [6]).</li> </ul>

# RISULTATI STIME MOBILITÀ IN ITALIA 2019

Totale 503.891 Mln veicoli\*km

Mobilità  
Delle  
persone

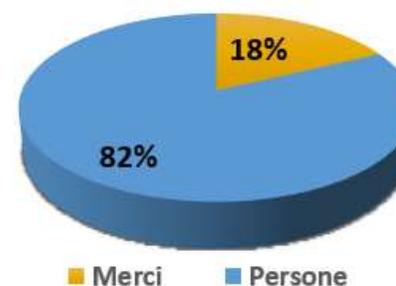
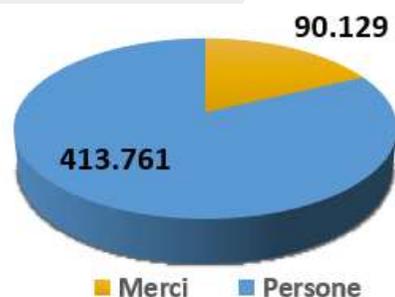
	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Auto	80.540	228.763	76.832	386.135
Motocicli	14.915	9.561	309	24.784
Bus	777	1.311	754	2.842
<b>Totale</b>	<b>96.232</b>	<b>239.635</b>	<b>77.894</b>	<b>413.761</b>

	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Auto	19,5%	55,3%	18,6%	93,3%
Motocicli	3,6%	2,3%	0,1%	6,0%
Bus	0,2%	0,3%	0,2%	0,7%
<b>Totale</b>	<b>23,3%</b>	<b>57,9%</b>	<b>18,8%</b>	<b>100,0%</b>

Mobilità  
Delle  
merci

	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
HGV	5.463	15.374	15.577	36.414
LGV	14.653	30.946	8.116	53.715
<b>Totale</b>	<b>20.116</b>	<b>46.320</b>	<b>23.693</b>	<b>90.129</b>

	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
HGV	6,1%	17,1%	17,3%	40,4%
LGV	16,3%	34,3%	9,0%	59,6%
<b>Totale</b>	<b>22,3%</b>	<b>51,4%</b>	<b>26,3%</b>	<b>100,0%</b>



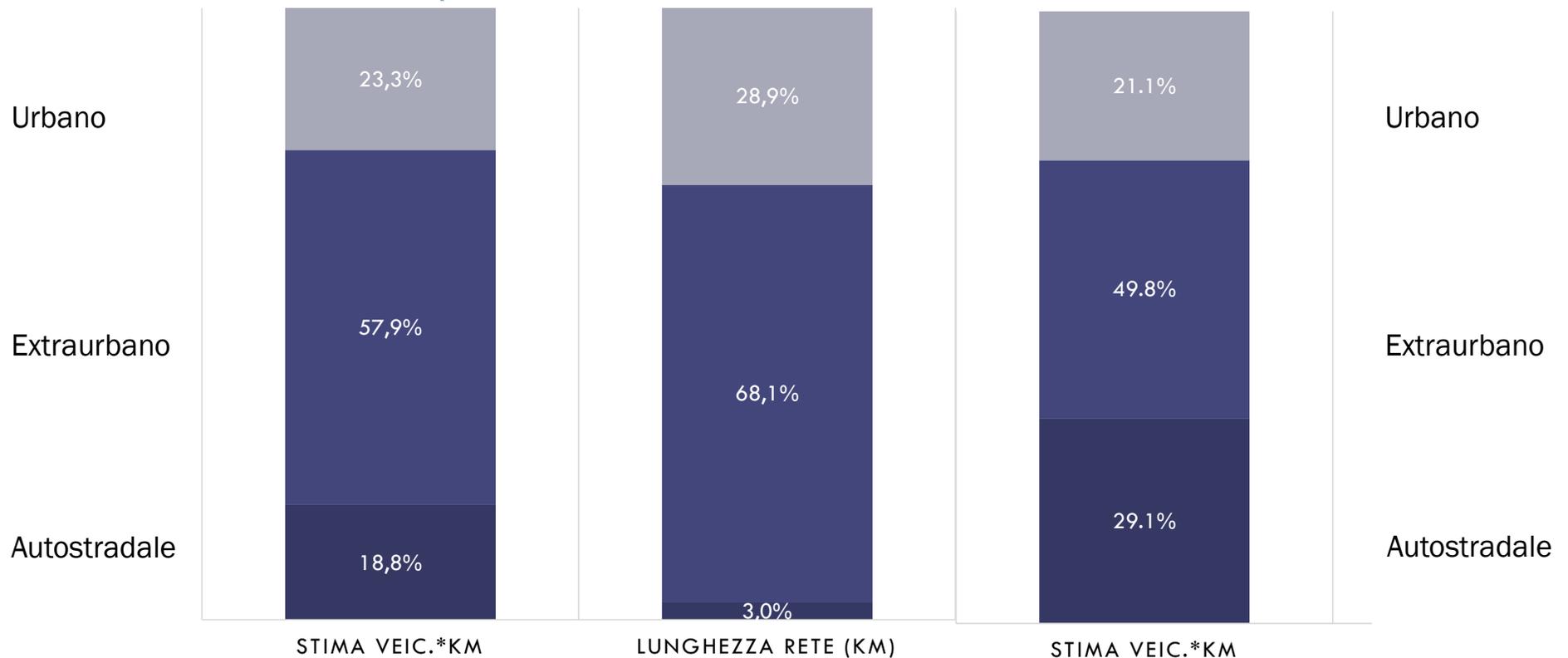
# RISULTATI STIME MOBILITÀ IN ITALIA

## ALCUNI CONFRONTI

Confronto stima veicoli\*km totali vs. lunghezza rete stradale (2019)

Mobilità delle persone

Mobilità delle merci



Usò più estensivo della rete autostradale (+16 punti percentuali) a discapito dell'extraurbano

Usò molto più estensivo della rete autostradale (+26 punti percentuali) a discapito dell'extraurbano

# RISULTATI STIME MOBILITÀ IN ITALIA

## ESEMPIO DI CONFRONTO CON ALTRE STIME

ISPRA 2019 (Mln Veic.*km)	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Totale auto	78.216	228.763	103.931	<b>410.910</b>
Totale motocicli	17.239	9.561	1.170	<b>27.970</b>
Totale bus	888	846	2.475	<b>4.208</b>
Totale merci	12.490	29.457	23.261	<b>65.207</b>
<b>Totale</b>	<b>108.833</b>	<b>268.626</b>	<b>130.837</b>	<b>508.296</b>

Delta Cluster-ISPRA	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Totale auto	2.324	0	-22.099	-24.775
Totale motocicli	-2.324	0	861	-3.186
Totale bus	111	465	-1.721	-1.366
Totale merci	7.626	16.863	432	24.922
<b>Totale</b>	<b>7.516</b>	<b>17.329</b>	<b>-29.249</b>	<b>-4.405</b>

(Cluster 2019) (Mln Veic.*km)	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Totale auto	80.540	228.763	76.832	<b>386.135</b>
Totale motocicli	14.915	9.561	309	<b>24.784</b>
Totale bus	777	1.311	754	<b>2.842</b>
Totale merci	20.116	46.320	23.693	<b>90.129</b>
<b>Totale</b>	<b>116.349</b>	<b>285.955</b>	<b>101.587</b>	<b>503.891</b>

Var.% Cluster-ISPRA	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Totale auto	3,0%	0,0%	-26,1%	-6,0%
Totale motocicli	-13,5%	0,0%	73,6%	-11,4%
Totale bus	-12,4%	55,0%	-69,5%	-32,5%
Totale merci	61,1%	57,2%	1,9%	38,2%
<b>Totale</b>	<b>6,9%</b>	<b>6,5%</b>	<b>-22,4%</b>	<b>-0,9%</b>

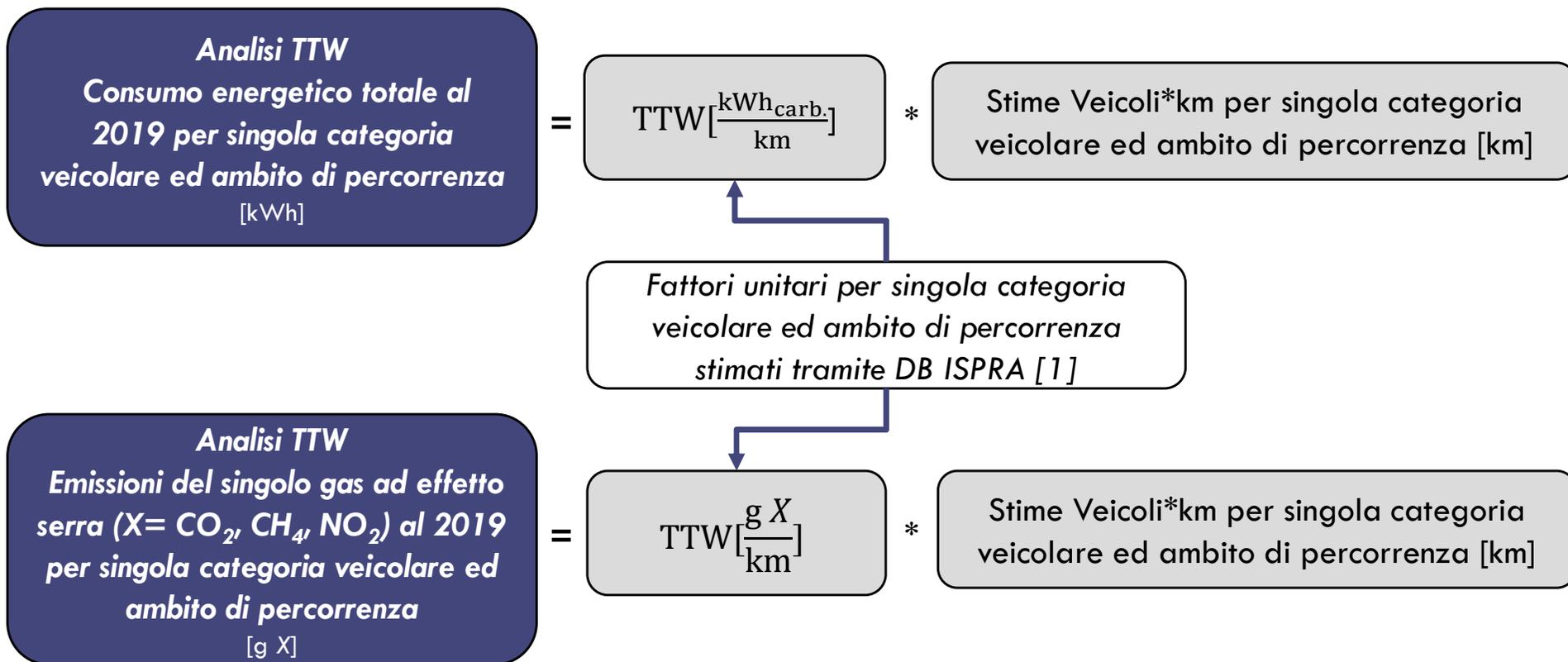
-1% di differenza complessiva, con maggiori discrepanze in ambito autostradale per la mobilità delle persone (-26%) e in ambito urbano ed extraurbano per le merci (+60%) in ragione delle diverse ipotesi di calcolo implementate



**RISULTATI  
STIME BOTTOM-UP  
E CONFRONTO CON  
STIME TOP-DOWN**

- 
- consumi ed emissioni
  - per singola categoria veicolare
  - ed ambito di percorrenza

# METODO DI STIMA BOTTOM-UP DAL "SERBATOIO ALLA RUOTA" (TANK-TO-WHEEL, TTW) EMISSIONI GAS SERRA E CONSUMI ENERGETICI



# METODO DI STIMA BOTTOM-UP DAL "POZZO ALLA RUOTA" (WELL-TO-WHEEL, WTW) EMISSIONI GAS SERRA E CONSUMI ENERGETICI

**Analisi WTW**  
Consumo energetico  
totale al 2019 per singola  
categoria veicolare ed  
ambito di percorrenza  
[kWh]

$$= \text{WTT} \frac{\text{kWh}}{\text{kWh}_{\text{carb.}}} * \text{TTW} \frac{\text{kWh}_{\text{carb.}}}{\text{km}} * \text{Stime Veicoli*km per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [km]} + \text{Stime TTW per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [kWh]}$$

$$= \text{WTT} \frac{\text{kWh}}{\text{kWh}_{\text{carb.}}} * \text{TTW} \frac{\text{kWh}_{\text{carb.}}}{\text{km}} * \text{Stime Veicoli*km per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [km]} + \text{Stime TTW per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [kWh]}$$

Stime Veicoli\*km per  
singola categoria  
veicolare ed ambito  
di percorrenza [km]

Stime TTW per singola  
categoria veicolare ed  
ambito di percorrenza  
[kWh]

Consumo energia unit./Emissioni specifiche di gas serra  
necessaria/e per fornire combustibile al serbatoio su  
unità di energia espressa dal carburante [3]

Fattori unitari per singola categoria  
veicolare ed ambito di percorrenza  
stimati tramite DB ISPRA [1]

**Analisi WTW**  
Emissioni di gas serra  
totali al 2019 per singola  
categoria veicolare ed  
ambito di percorrenza  
[g CO<sub>2</sub>eq]

$$= \text{WTT} \frac{\text{g CO}_{2\text{eq}}}{\text{kWh}_{\text{carb.}}} * \text{TTW} \frac{\text{kWh}_{\text{carb.}}}{\text{km}} * \text{Stime Veicoli*km per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [km]} + \text{Stime TTW per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [g CO}_{2\text{eq}}]}$$

$$= \text{WTT} \frac{\text{g CO}_{2\text{eq}}}{\text{kWh}_{\text{carb.}}} * \text{TTW} \frac{\text{kWh}_{\text{carb.}}}{\text{km}} * \text{Stime Veicoli*km per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [km]} + \text{Stime TTW per singola categoria veicolare ed ambito di percorrenza [g CO}_{2\text{eq}}]}$$

Stime Veicoli\*km per  
singola categoria  
veicolare ed ambito  
di percorrenza [km]

Stime TTW per singola  
categoria veicolare ed  
ambito di percorrenza  
[g CO<sub>2</sub>eq]

# METODO DI STIMA BOTTOM-UP: LE FONTI BIBLIOGRAFICHE

1. **ISPRA (2019)**; trend fattori unitari di emissione e stime impatti settore dei trasporti disponibile su <https://fetransp.isprambiente.it/#/>
2. **Ecometrica**; Fattori di conversione  $N_2O$  e  $CH_4$  in  $CO_2eq$
3. **Joint Research Centre (JRC)**; fonte dati per i coefficienti WTT di consumi ed emissioni del settore trasporti. Citazione: Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards (2020). JEC Well-To-Wheels report v5. EUR 30284 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-20109-0
4. **Dati CNR STEMS** emissioni e consumi da test in laboratorio e su strada, modelli di veicoli per la stima di consumo energetico

# RISULTATI STIME BOTTOM-UP

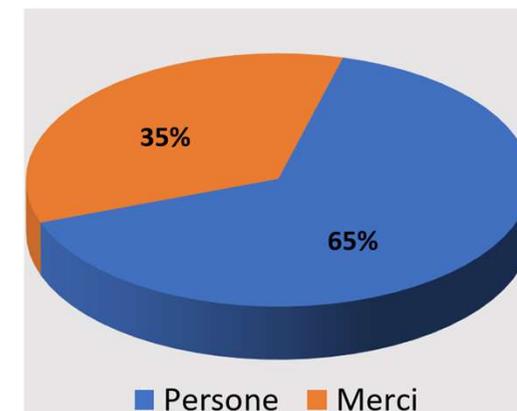
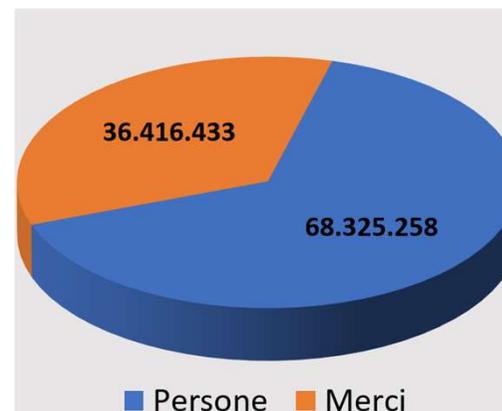
Emissioni gas serra TTW e WTW (tCO<sub>2eq</sub> - 2019)

TTW (tCO <sub>2eq</sub> - 2019)	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Totale auto	19 459 597	32 702 732	11 447 131	63 609 459
Totale motocicli	1 580 836	877 855	36 157	2 494 847
Totale bus	869 912	921 217	429 823	2 220 952
Totale merci HG	5 699 014	9 136 178	9 090 292	23 925 483
Totale merci LG	4 622 021	5 876 875	1 992 054	12 490 950
<b>Totale</b>	<b>32 231 379</b>	<b>49 514 857</b>	<b>22 995 456</b>	<b>104 741 691</b>

WTW (tCO <sub>2eq</sub> - 2019)	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Totale auto	24 123 381	40 867 421	14 299 394	79 290 197
Totale motocicli	1 940 358	1 076 929	44 525	3 061 812
Totale bus	1 089 312	1 158 829	544 867	2 793 007
Totale merci HG	7 228 028	11 569 378	11 447 368	30 244 774
Totale merci LG	5 851 955	7 453 689	2 527 618	15 833 262
<b>Totale</b>	<b>40 233 033</b>	<b>62 126 247</b>	<b>28 863 772</b>	<b>131 223 052</b>

- La mobilità delle persone a fronte del 82% dei veicoli\*km totali emette il 65% dei gas serra totali
- nell'ambito extraurbano si emettono la maggiore parte dei gas serra (47%, di cui il 30% del totale imputabile alle auto ed il 15% ai veicoli merci), seguito dall'urbano (30%) e quindi dalle autostradale (23%)

L'incidenza del TTW e di circa l'80% sul totale WTW

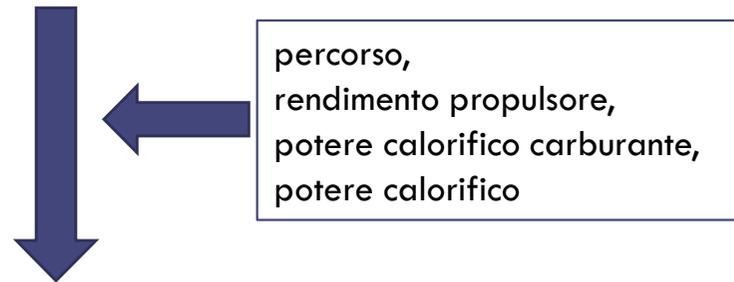


# STIME BOTTOM-UP

## CALCOLO CONSUMO TOTALE DI CARBURANTE

Dall'analisi dei risultati bottom-up sono stati ricavati i litri di carburante necessari ad alimentare il parco veicolare, a partire dall'energia spesa su strada:

**Energia spesa parco circolante [TWh]**



**Consumo massico e volumetrico carburante [km e Litri]**

$$kg \text{ carburante totale} = \frac{\text{consumo energetico totale carburante}}{\text{potere calorifico inferiore}} \left[ \frac{kWh}{kWh/kg} \right]^*$$

\* Per i veicoli GPL e CNG bi-fuel è stato ipotizzato un consumo medio di benzina pari al 7% (fonte: Valore percentuale di consumo benzina in un veicolo dual fuel GPL da articolo. Citazione: Grzelak, Paulina & Taubert, Sławomir. (2021). Consumption of gasoline in vehicles equipped with an LPG retrofit system in real driving conditions )

# CONFRONTO RISULTATI BOTTOM-UP E TOP-DOWN

Confronto tra il venduto di carburante e la stima del consumato per tutte le categorie veicolari ed ambiti di percorrenza

(litri 2019)	Bottom up (stima consumato TTW autotrazione)	Top down * (venduto MITE)	Diff. %
Benzina	9.703.677.191	9.836.461.126	-1,3%
Gasolio	30.460.633.624	28.465.311.005	7,0%
GPL	2.642.911.171	3.005.454.545	-12,1%
Compressed Natural Gas - CNG [kg]	736.299.469	786.412.000	- 6,4%

\* *Fonti bibliografiche:*

- *Ministero della transizione Ecologica (MITE); analisi e statistiche energetiche e minerarie disponibili su: <https://dgsaie.mise.gov.it/consumi-petroliferi>*
- *Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards (2020). JEC Well-To-Wheels report v5. EUR 30284 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-20109-0*



**DEFINIZIONE DEGLI  
SCENARI DI PATHS  
AL 2030**



# OBIETTIVI DELLA RICERCA

- 1 Stime dell'inventario del traffico ( veic/km), dei gas serra (CO<sub>2</sub>equiv.TTW e WTW) e dei consumi energetici (TWh) imputabili al settore dei trasporti stradali in Italia
- 2 Stimare effetti di possibili scenari tendenziali di mobilità, politiche e azioni per verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU “Fit for 55” e WTW
- 3 Stimare effetti di alcuni scenari non tendenziali considerando nuovi vettori energetici

# DEFINIZIONE DI SCENARI TENDENZIALI

**PRESENTE**

*deep uncertainty...*  
pandemia COVID-19, crisi energetica, conflitto in Ucraina

**FORECASTING**

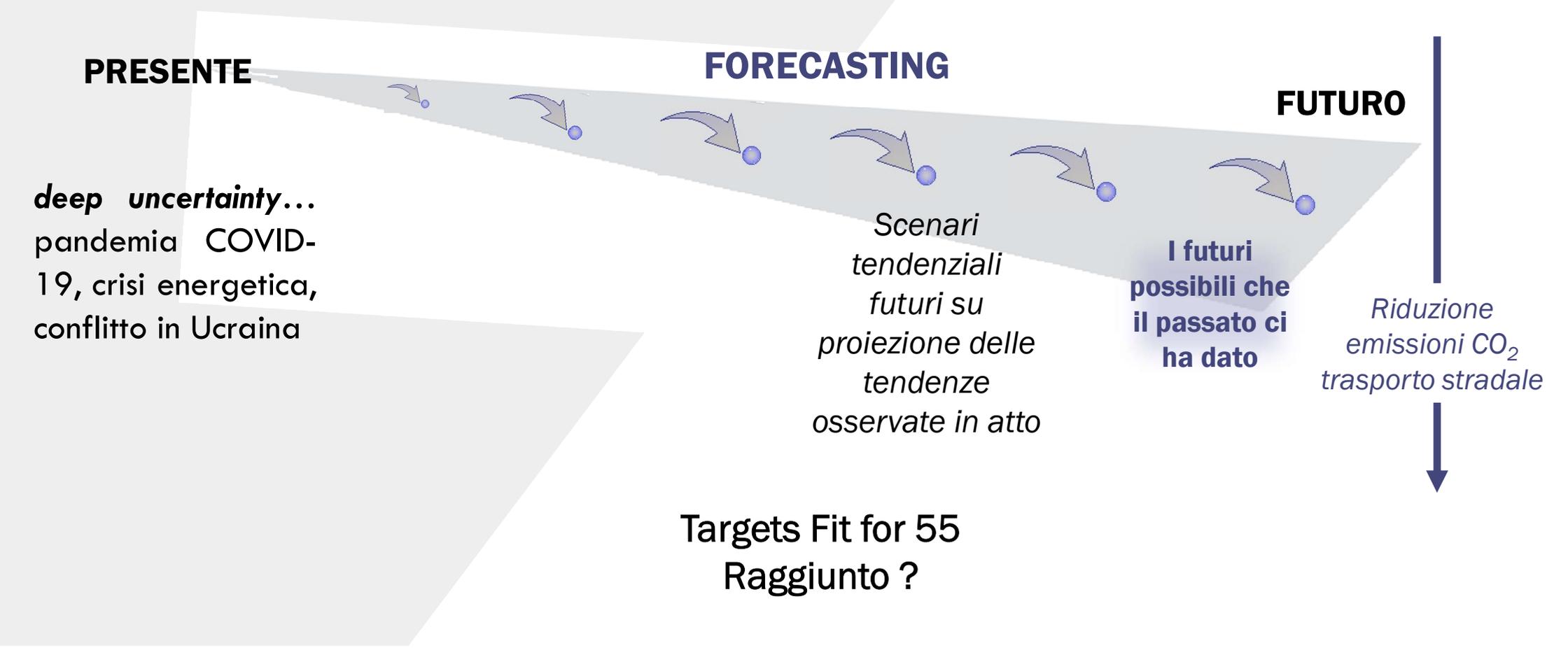
Scenari  
tendenziali  
futuri su  
proiezione delle  
tendenze  
osservate in atto

**FUTURO**

I futuri  
possibili che  
il passato ci  
ha dato

Riduzione  
emissioni CO<sub>2</sub>  
trasporto stradale

Targets Fit for 55  
Raggiunto ?



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Le tre dimensioni considerate:

- 1) **evoluzione della domanda** (in assenza di politiche di "avoid")
  - 2) **"shift" modale**
  - 3) **"improve" tecnologico del parco circolante**
- ... in ragione di investimenti, politiche, tendenze in atto/previste*

Due scenari analizzati:

- **Alta decarbonizzazione:** in ragione di ipotesi verosimili **più favorevoli ad una riduzione della CO<sub>2</sub> emessa**
- **Bassa decarbonizzazione:** in ragione di ipotesi verosimili **meno favorevoli ad una riduzione della CO<sub>2</sub> emessa**

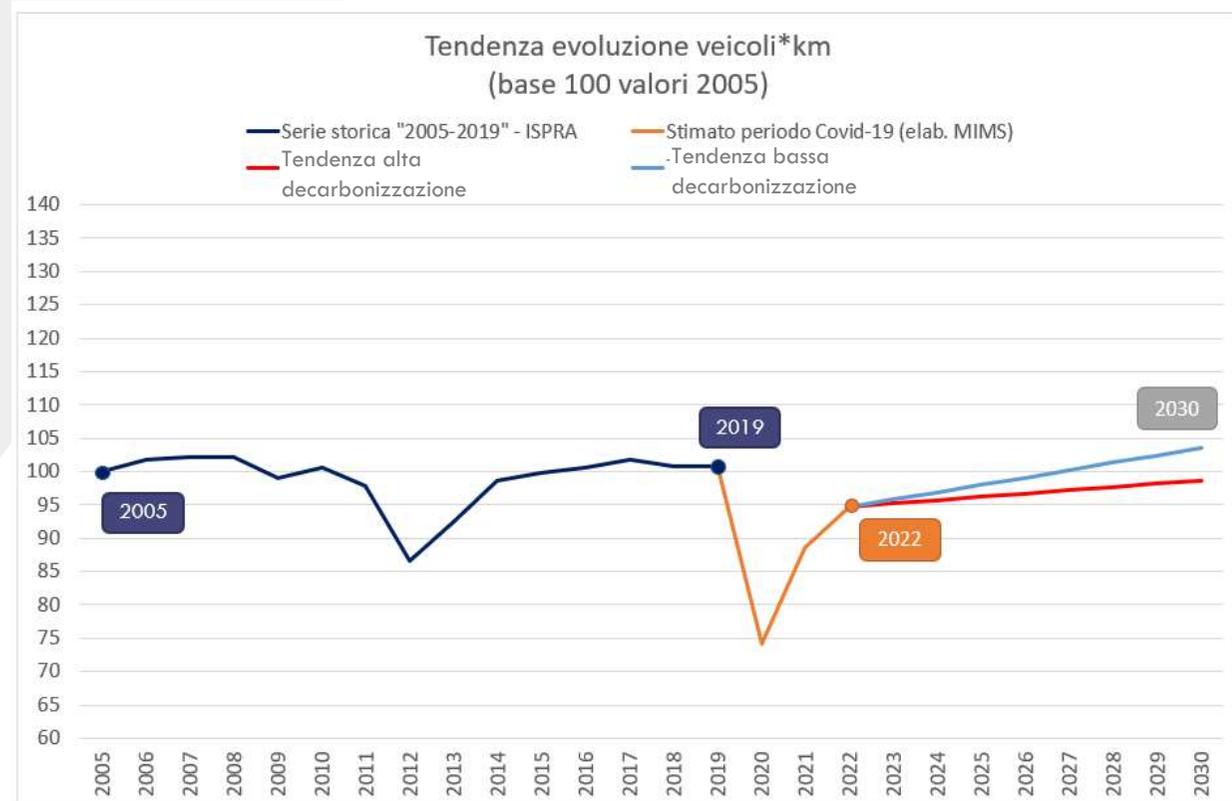
# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

### 1) EVOLUZIONE DELLA DOMANDA

**SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE:** crescita della domanda più contenuta rispetto a quanto osservato nel periodo pre Covid-19 (1% anno), **domanda al 2030 -2% rispetto al 2019** anche in ragione di una possibile riduzione del parco circolante che ci potrebbe essere nei prossimi anni a seguito dell'aumento dei costi delle materie prime e/o di una penetrazione nel mercato di veicoli elettrici mediamente più costosi.

**SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE:** crescita domanda con tassi annui paragonabili a quelli del periodo di **massima crescita degli ultimi decenni** (1,4% anno) **domanda al 2030 +3% rispetto al 2019**



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

1) **POLITICHE DI AVOID:** quota di **spostamenti eliminabili** (“avoid”) a seguito di modifiche nel mercato del lavoro (permanenza strutturale dello **smart working/telelavoro**)

**SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE :** in linea con quanto osservato dall'Osservatorio dello Smart Working, si è assunto che al 2030 gli **smart workers** saranno il **26% degli addetti totali** che a loro volta lavoreranno a distanza saranno in media **2,5 giorni a settimana**, tenendo conto delle ripartizioni per motivo degli spostamenti (*fonte: ISFORT, 2021*) si è stimata una riduzione dei veicoli\*km pari a -1,5%

**SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE:** ipotizzando che lo **smart working** calerà nei prossimi anni e che al 2030 gli smart workers (e i corrispondenti veicoli\*km evitabili) **saranno la metà di quelli stimati per lo scenario alta decarbonizzazione.**

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

2) **"SHIFT" MODALE (2030-2023)**: si prevede uno shift modale a favore del trasporto collettivo (riduzione dei veicoli\*km di automobili) per effetto:

### SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE:

- i) degli **investimenti** in corso in infrastrutture e servizi di trasporto programmati dal MIMS (es. **PNRR, fondo complementare**) che si stima produrranno **una riduzione del 5% dei veicoli\*km di automobili**;
- ii) dell'attuazione di politiche di **mobilità sostenibile dei PUMS** delle città metropolitane (*anche in ragion del Fondo per la mobilità sostenibile" istituito con la Legge di Bilancio per il 2022*) che si stima si traduca in benefici per il 36% della popolazione italiana in termini di riduzione dell'uso dell'auto privata (**-13% dei veicoli\*km di automobili**, valore desunto dal PUMS di Bologna e Torino);
- iii) della crescita della **quota modale di sharing mobility** (in particolare monopattini e bici che si tradurrebbero in una riduzione di veicoli\*km di automobili) con tassi doppi rispetto a quanto osservato negli ultimi anni.

### SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE:

- i) degli investimenti previsti per il Trasporto Pubblico Locale (TPL), secondo tassi di penetrazione prudenziali;
- ii) della crescita della quota modale di sharing mobility, secondo tassi di penetrazione prudenziali

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

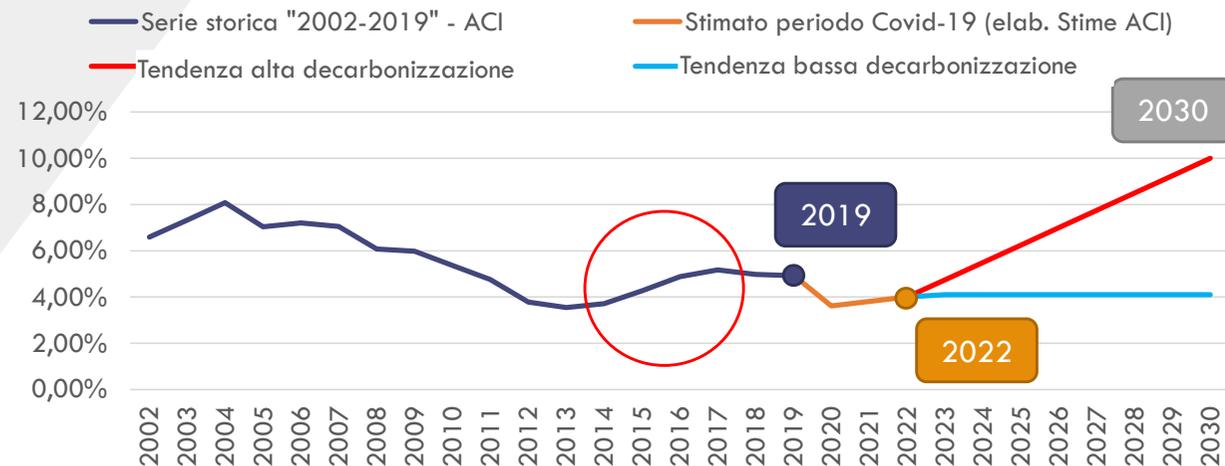
## Mobilità delle persone

- 3) **"IMPROVE" TECNOLOGICO del parco circolante**  
a) **ipotesi rinnovo parco circolante**

**SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE:** tassi annui superiori al 15% rispetto a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo del parco (2014-2017) degli ultimi decenni per le auto (pari al 7,6% all'anno) in considerazioni degli incentivi in atto per il rinnovo del parco circolante. Per i bus extraurbani è stato ipotizzato un tasso pari a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo (3,7% anno) e i motocicli (3,7% anno), e tassi di rinnovo doppi per i bus urbani. Ulteriore rinnovo del parco circolante derivante della diffusione della sharing mobility.

**SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE:** con tassi annui prudenziali ed uguali a quelli osservati nell'ultimo decennio per le auto (4,1%), i motocicli (3%) ed i bus(3%)

Tendenza tasso di rinnovo medio annuo



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

### 3) **"IMPROVE" TECNOLOGICO del parco circolante**

#### b) **Ipotesi nuove immatricolazioni**

##### a. trend veicoli elettrici (BEV)

##### **SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE:**

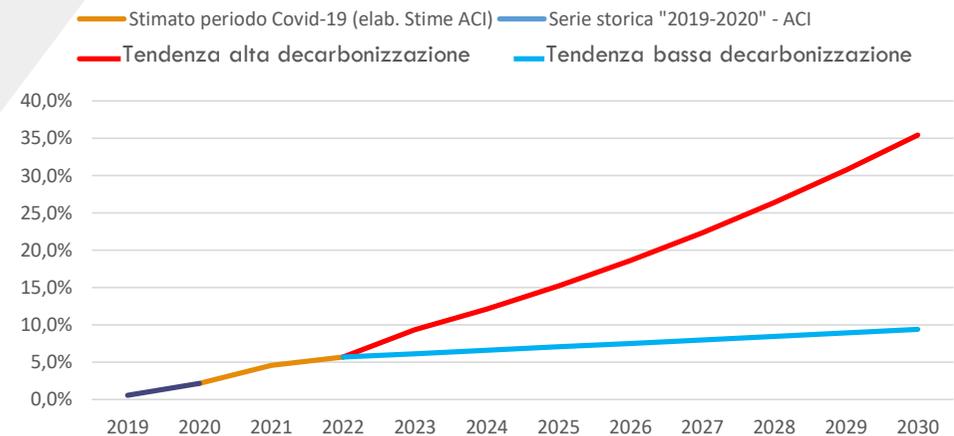
- *auto full electric (BEV)*: tassi di crescita quadratica analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3 (Francia, Germania e Spagna) negli ultimi anni anche in ragione di un maggior impatto delle nuove direttive EU che si avranno al 2030 (es. divieto di vendita di nuove auto termiche dal 2035)
- *auto full-hybrids (HEV)* secondo tassi tendenziali di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2012 - 2021
- *bus urbani*: nuove immatricolazioni 100% bus elettrici

##### **SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE:**

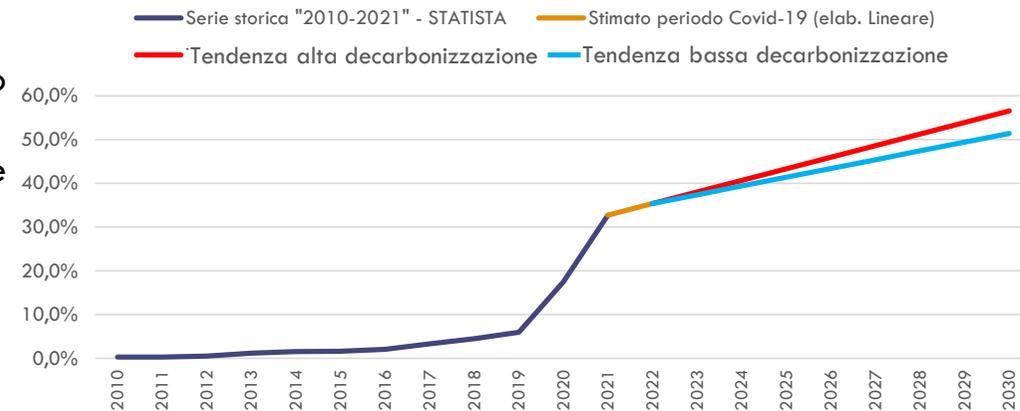
- *auto full electric (BEV)* tassi di crescita lineare analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3
- *auto full-hybrids (HEV)* secondo tassi tendenziali di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2010 - 2021

**trend veicoli combustione interna** per entrambi gli scenari:  
ipotesi che il rinnovo avvenga a parità di tipologia veicolare, alimentazione e a partire dai veicoli più anziani (es. EURO 0)

Immatricolati veicoli elettrici (BEV) / immatricolati totali



Immatricolati full hybrids (HEV) / immatricolati totali



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante
<b>BASSA DECARB.</b>	Crescita della domanda con <b>tassi uguali a quelli del periodo di massima crescita</b> degli ultimi decenni	<b>Riduzione dello smart working</b> con impatti sulla domanda pari al 50% al 2030 rispetto allo scenario Alta Decarb.	<b>Shift modale</b> per effetto degli investimenti previsti per il Trasporto Pubblico Locale (TPL), oltre che della crescita della quota modale di sharing mobility, entrambi <b>secondo tassi di penetrazione prudenziali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi annui di sostituzione uguali a quelli osservati</b> nell'ultimo decennio</li> <li>• Nuove immatricolazioni: auto full-electric <b>secondo tassi di crescita lineari</b> rispetto a quanto osservato nel per i Paesi EU3 (Francia, Germania e Spagna) negli ultimi anni; auto full-hybrid (HEV) con tassi di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2010 - 2021</li> </ul>
<b>ALTA DECARB.</b>	<b>Crescita della domanda contenuta</b> e inferiore rispetto al periodo pre-covid (0,5% anno)	<b>Permanenza strutturale dello smart working</b>	<b>Shift modale</b> per effetto di: <ol style="list-style-type: none"> <li>i) investimenti PNRR</li> <li>ii) attuazione di politiche di mobilità sostenibile dei PUMS delle città metropolitane</li> <li>iii) crescita della quota modale di sharing mobility (tassi doppi rispetto agli ultimi anni)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi di sostituzione auto superiori del 15% rispetto a quanto osservato</b> nel periodo di massimo rinnovo del parco (2014-2017); tassi di sostituzione doppi per i bus urbani, tassi pari a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo per i motocicli e bus extraurbani</li> <li>• Nuove immatricolazioni: auto <b>100% elettrico con tassi di crescita quadratica</b> analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3 negli ultimi anni; auto full-hybrid (HEV) con tassi di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2012 - 2021; autobus urbani 100% elettrici</li> </ul>

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle persone

	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante			
Scenario	(var.% veicoli*km 2030-2022)			% parco rinnovato (dal 2022 al 2030)	Composizione parco circolante al 2030		
					AUTO	BUS	
<b>BASSA DECARB.</b>	+8,0% Auto	-0,7% Auto	-0,01% Auto	33% Auto 28% Motocicli 29% Bus	100% Elettrico	3,1%	6,6%
					Ibrido (HEV)	22,9%	0,4%
					Euro 3	0,0%	1,5%
					Euro 4	5,5%	10,5%
					Euro 5	11,5%	23,8%
					Euro 6	57,0%	57,2%
<b>ALTA DECARB.</b>	+3,5% Auto	-1,5% Auto	-7,8% Auto	60% Auto 28% Motocicli 29% Bus	100% Elettrico	15,7%	6,6%
					Ibrido (HEV)	34,3%	0,4%
					Euro 3	0,0%	1,5%
					Euro 4	0,0%	10,5%
					Euro 5	0,0%	23,8%
					Euro 6	50,0%	57,2%

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci

### 1) EVOLUZIONE DELLA DOMANDA E POLITICHE DI "AVOID"

**SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE:** crescita della domanda più contenuta rispetto a quanto osservato nel periodo pre Covid-19 (1% annuo), **+12% della domanda al 2030 rispetto al 2019** anche per effetto penetrazione dell' e-commerce. si è ipotizzata una quota di spostamenti eliminabili ("avoid") per un incremento dei tassi di riempimento di veicoli merci (-6% per leggeri e -8% per i pesanti)

**SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE:** crescita della domanda come da periodo max crescita osservata (2% annuo)



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci

2) **SHIFT" MODALE (2030-2023)**:\_si prevede uno shift modale a favore del trasporto ferroviario per effetto:

### SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE:

- incentivi **“marebonus” e “sconto traccia”**, si è ipotizzato che nel 2030 saranno **ancora attivi**
- riduzione della domanda di mezzi pesanti a seguito del **raggiungimento degli obiettivi UE 30/30**, ossia una quota del 30% del trasporto ferroviario al 2030 per i viaggi superiori ai 300 km.

### SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE:

- incentivi “marebonus” e “sconto traccia”, si è ipotizzato che nel 2030 saranno ancora attivi

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

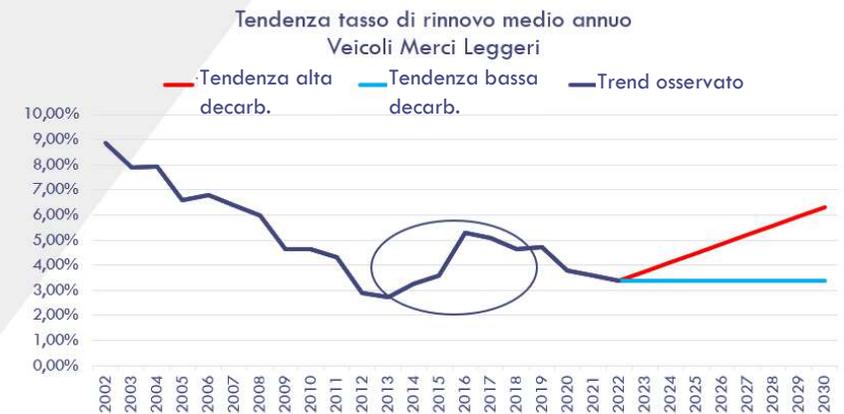
## Mobilità delle merci

### 3) "IMPROVE" TECNOLOGICO del parco circolante

#### a) ipotesi rinnovo parco circolante

**SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE:** tassi annui comparabili a quanto osservato nel periodo di massimo rinnovo del parco degli ultimi decenni. **Al 2030 +43% Mezzi leggeri** (autocarri merci <3,5 t), **+ 18% Mezzi pesanti** (autocarri merci >3,5 t) **sarà rinnovato**

**SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE:** con tassi annui prudenziali e costanti come quelli dell'ultimo anno. **Al 2030 +30% Mezzi leggeri** (autocarri merci <3,5 t), **+ 13% Mezzi pesanti** (autocarri merci >3,5 t) **sarà rinnovato**



\*Dati relativi al tasso di rinnovo di autocarri merci (<3,5 t)



\*Dati relativi al tasso di rinnovo di autocarri merci (>3,5 t)

Il tasso di rinnovo è calcolato per ciascun anno come massimo tra il tasso di rinnovo ACI e la percentuale di mezzi dismessi per quell'anno.

# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci

### 4) "improve" tecnologico del parco circolante

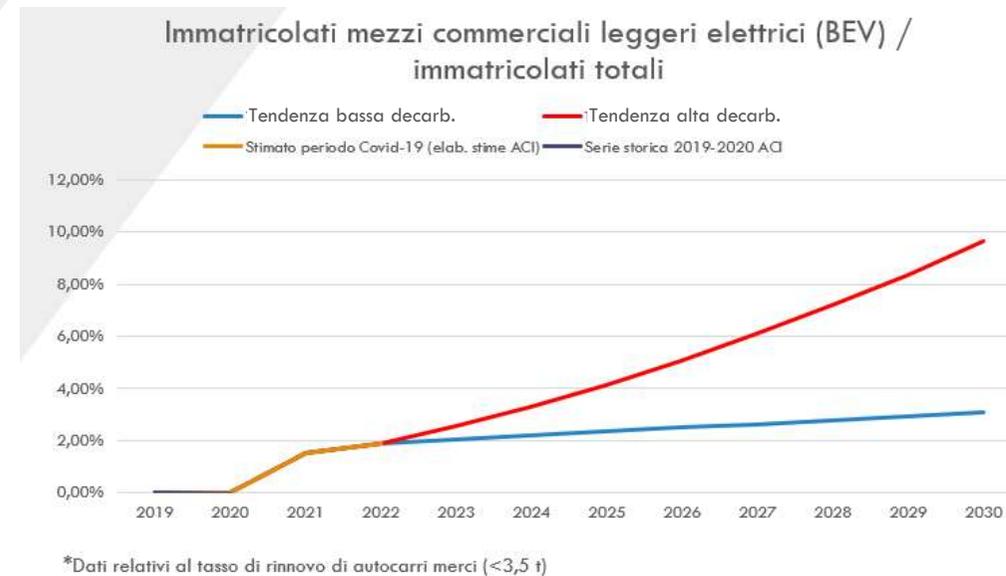
#### b) Ipotesi nuove immatricolazioni

##### a. trend veicoli elettrici (BEV)

- **SCENARIO ALTA DECARBONIZZAZIONE:** veicoli merci leggeri BEV secondo tassi di crescita pari a circa 1/3 di quelli ottimistici ipotizzati per le auto
- **SCENARIO BASSA DECARBONIZZAZIONE.:** veicoli merci leggeri BEV secondo tassi di crescita pari ad 1/3 di quelli prudenziali ipotizzati per le auto

##### b) trend veicoli combustione interna

per entrambi gli scenari: ipotesi che il rinnovo avvenga a parità di tipologia veicolare, alimentazione e a partire dai veicoli più anziani (es. EURO 0)



# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci

	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante
<b>BASSA DECARB.</b>	Crescita della domanda con <b>tassi uguali a quelli del periodo di massima crescita</b> degli ultimi decenni	Nessuna ipotesi	Per la mobilità delle merci si è ipotizzato che nel 2030 saranno ancora <b>attivi gli incentivi "marebonus" e "sconto traccia"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi annui di sostituzione costanti</b> come quelli dell'ultimo anno</li> <li>• Nuove immatricolazioni veicoli merci leggeri 100% elettrico secondo tassi di crescita pari a 1/3 di quelli prudenziali ipotizzati per le auto</li> </ul>
<b>ALTA DECARB.</b>	Crescita della domanda contenuta e <b>inferiore rispetto al periodo pre-covid</b> (1% annuo)	Riduzione della domanda a fronte di un aumento del riempimento medio dei veicoli dovuto ad un incremento del costo del carburante e/o ad un efficientamento dei percorsi, tale da quasi annullare la crescita tendenziale (evoluzione) ipotizzata	Per la mobilità delle merci si è ipotizzato che nel 2030 saranno ancora attivi gli incentivi "marebonus" e "sconto traccia". Inoltre, è stata ipotizzata una <b>riduzione della domanda di mezzi pesanti a seguito del raggiungimento degli obiettivi UE 30/30</b> , ossia una quota del <b>30% del trasporto ferroviario al 2030 per i viaggi superiori ai 300 km</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tassi di sostituzione pari al massimo raggiunto</b> nell'ultimo decennio</li> <li>• Nuove immatricolazioni veicoli merci leggeri 100% elettrico secondo tassi di crescita pari a circa 1/3 di quelli ottimistici ipotizzati per le auto</li> </ul>

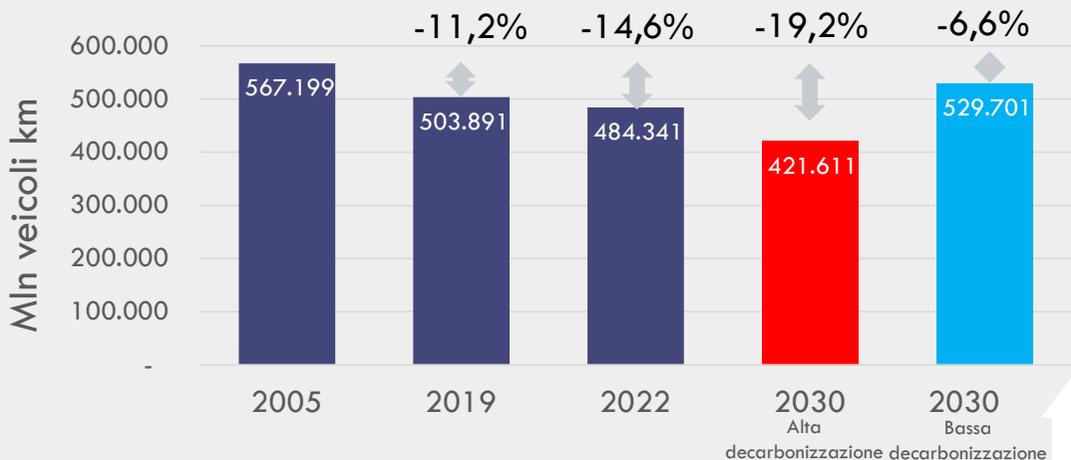
# POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

## Mobilità delle merci

	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	3) "Shift" modale	4) "Improve" tecnologico del parco circolante	
Scenario	(var.% veicoli*km 2030-2022)			% parco rinnovato (dal 2022 al 2030)	quota % veicoli 100% elettrici al 2030
<b>BASSA DECARB.</b>	+12,8% Light Commercial Vehicles +19,8% Heavy Duty Trucks	nessuno	0% Light Commercial Vehicles 0% Heavy Duty Trucks	30% Mezzi leggeri (autocarri merci <3,5 t) 13,2% Mezzi pesanti autocarri merci (>3,5 t)	1,2% mezzi leggeri (autocarri merci <3,5 t)
<b>ALTA DECARB.</b>	+5,8% Light Commercial Vehicles +8,4% Heavy Duty Trucks	-5,4% Light Commercial Vehicles -7,9% Heavy Duty Trucks	0% Light Commercial Vehicles -7,1% Heavy Duty Trucks	43% Mezzi leggeri (autocarri merci <3,5 t) 18% Mezzi pesanti autocarri merci (>3,5 t)	3,7% mezzi leggeri (autocarri merci <3,5 t)

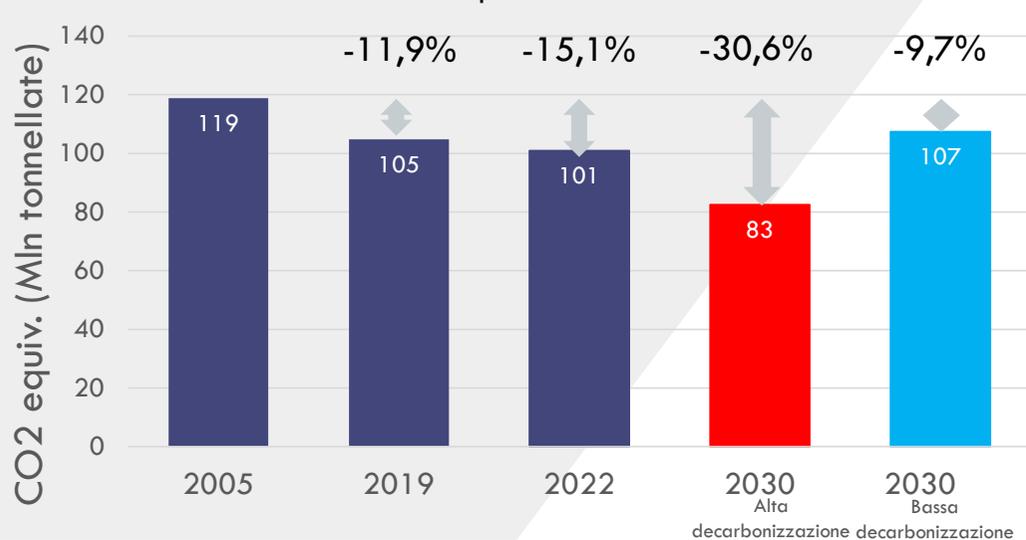
# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

Stima veicoli Km - Mob. totale

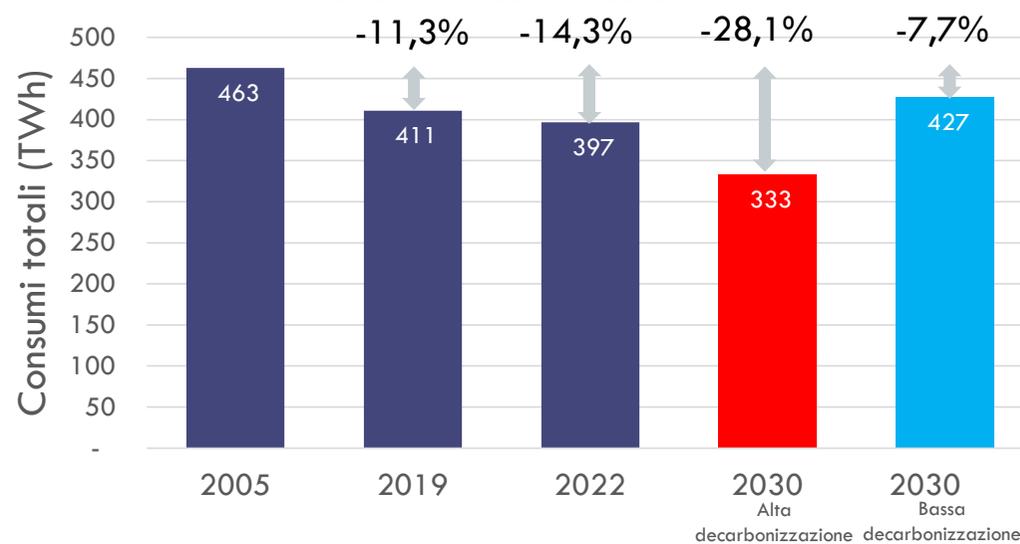


- **scenario bassa decarb.:** riduzione emissioni ampiamente insufficiente (-9,7% nel 2030 rispetto al 2005)
- **scenario alta decarb.:** ci si avvicinerebbe concretamente alla riduzione indicata (-30,6% nel 2030 rispetto al 2005)
- i benefici sui consumi TTW sono minori dei benefici sulle emissioni TTW di circa 2 punti percentuali. Ciò è imputabile ai veicoli elettrici, che in TTW consumano ma non emettono.

Emissioni CO2 equiv. TTW - Mob. totale

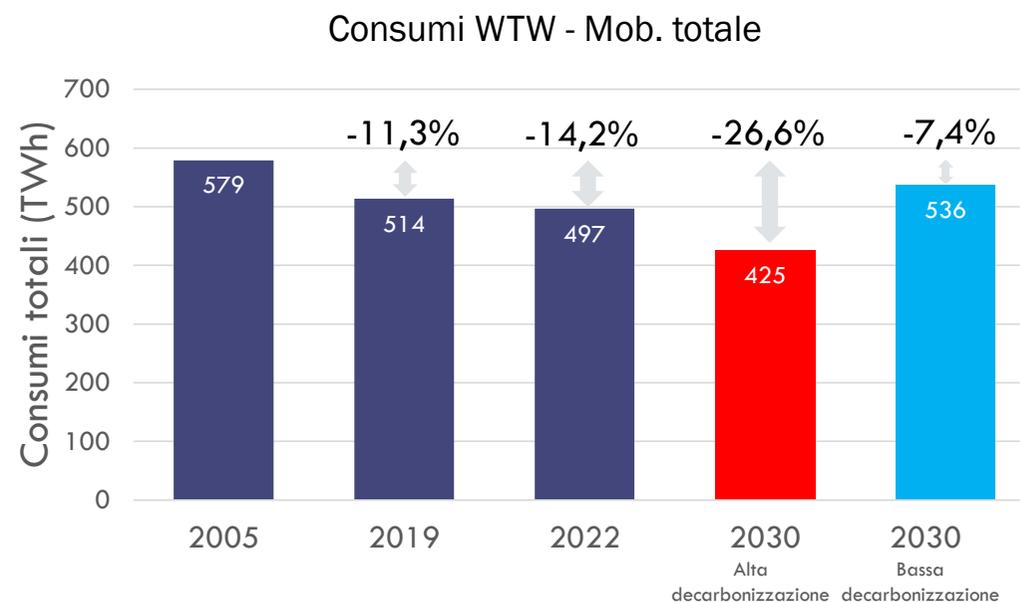
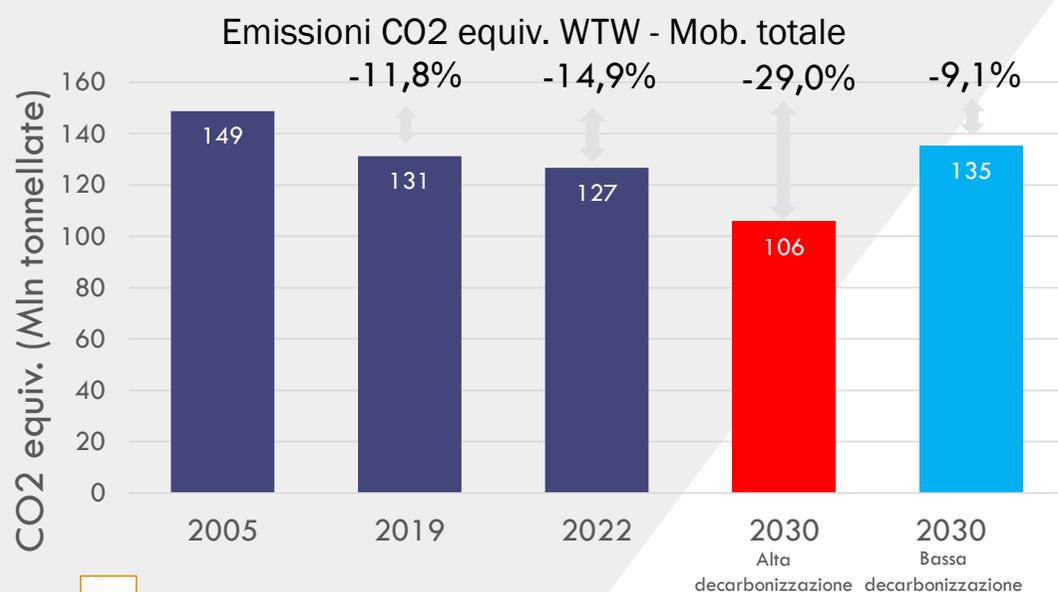


Consumi TTW - Mob. totale



# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

- Secondo un approccio WTW i benefici sulle emissioni per entrambi gli scenari simulati (**bassa decarbonizzazione** ed **alta decarbonizzazione**) sarebbero inferiori sino a 1,6 punti percentuali perché i veicoli elettrici non emettono in TTW ma emettono in WTW.
- i benefici sui consumi WTW per entrambi gli scenari simulati (**bassa decarb.** ed **alta decarb.**) sono più bassi anche perché i veicoli elettrici nei processi WTT (che hanno poi effetto sul WTW) sono poco efficienti

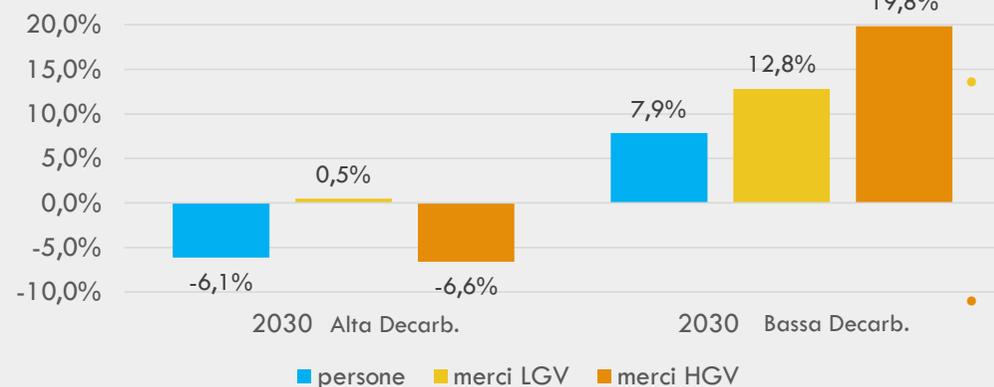


# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

Incidenza molto diversa tra i comparti della mobilità stradale:

- **persone:** variazione della domanda (-6,1% e +7,9%) contenuto in ragione delle politiche di shift modale; riduzione delle emissioni di CO2 più che proporzionali (-25,3% e +0,7%) in ragione del rinnovo del parco veicolare e della penetrazione nel mercato dei veicoli 100% elettrici
- **merci leggeri (LGV):** nello scenario *alta decarbonizzazione* lieve aumento della domanda (+0,5%) e riduzione delle emissioni di CO2 (-6,2%) in ragione del rinnovo del parco veicolare anche a veicoli 100% elettrici; nello scenario *bassa decarbonizzazione* aumento della domanda considerevole (+12,8%) e corrispondente aumento delle emissioni di CO2 (+7,9%) in assenza di politiche.
- **merci pesanti (HGV):** nello scenario *alta decarbonizzazione* riduzione della domanda (-6,6%) in ragione delle politiche shift modale e delle emissioni di CO2 (-6,6%); nello scenario *bassa decarbonizzazione* aumento rilevante della domanda (+19,8%) e delle emissioni di CO2 (+19,8%) in assenza di politiche.

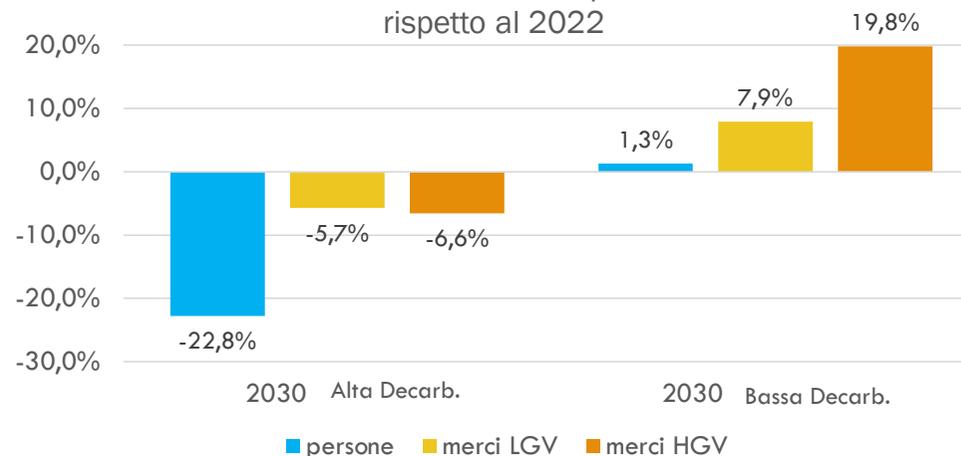
Var. % Veicoli km rispetto al 2022



Var. % Emissioni CO2 equiv. TTW rispetto al 2022



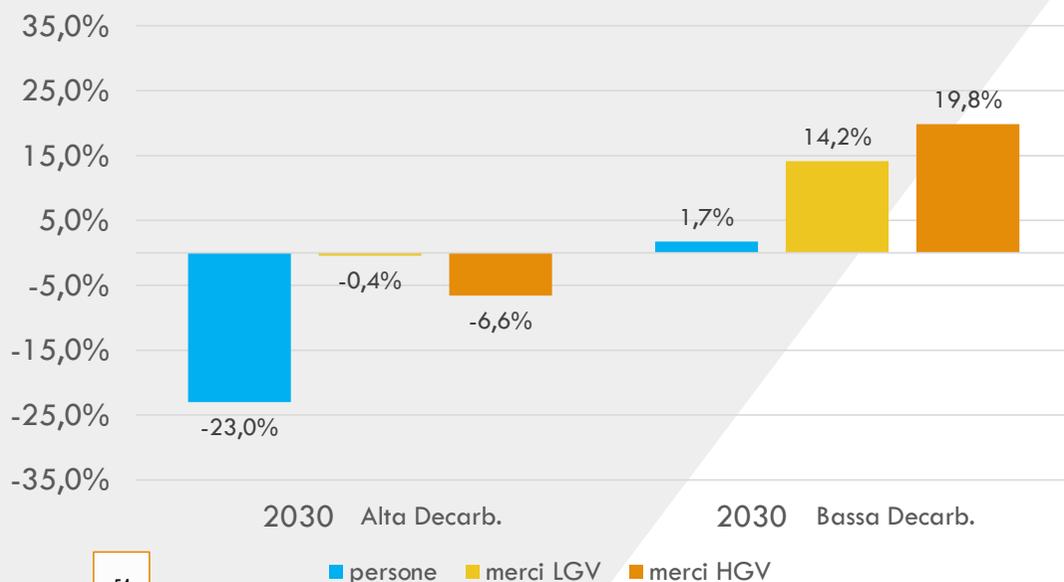
Var. % Emissioni CO2 equiv. WTW rispetto al 2022



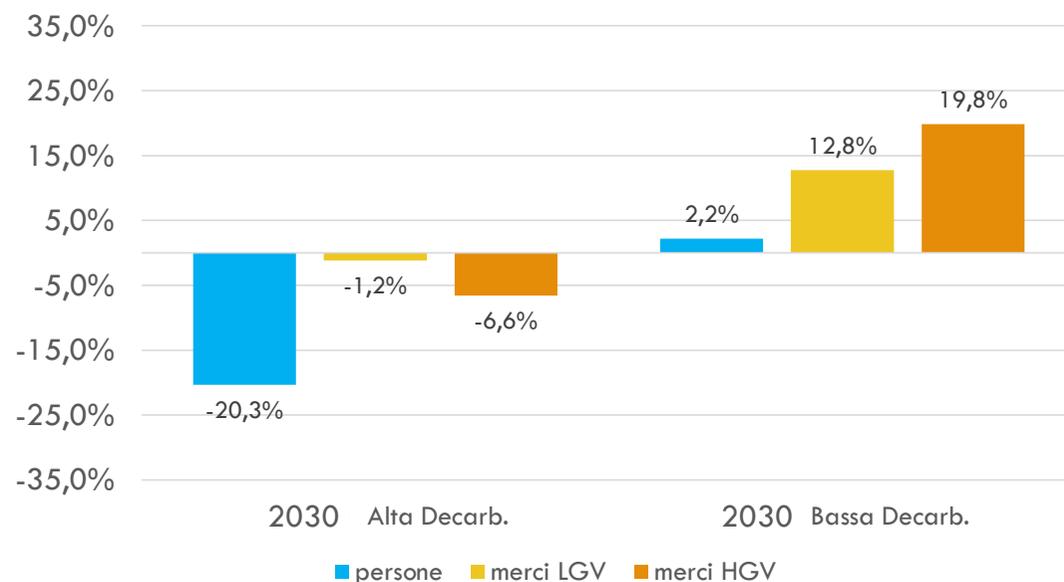
# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

- variazioni percentuali dei consumi energetici coerenti con le emissioni e leggermente inferiori in ragione del fatto che i veicoli elettrici nel TTW consumano ma non emettono, e nei processi WTW sono poco efficienti
- impatto in termini di WTW inferiore di alcuni punti percentuali in ragione del fatto che i veicoli elettrici non emettono in TTW ma emettono in WTW
- nelle merci pesanti (HGV) non si riscontra alcuna differenza nelle variazioni % del TTW e WTW in ragione del fatto che è nulla la % di veicoli elettrici ipotizzata

Var. % Consumi TTW  
rispetto al 2022



Var. % Consumi WTW  
rispetto al 2022

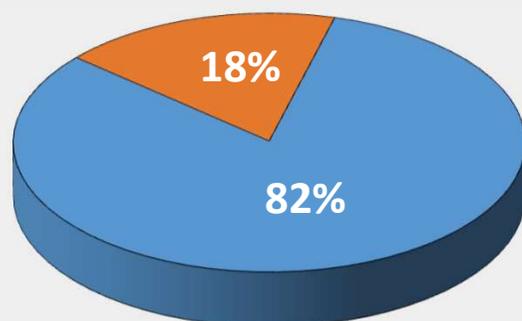


# ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

Incidenza della componente trasporto delle merci crescite al 2030 fino a 10 punti percentuali

**2019**

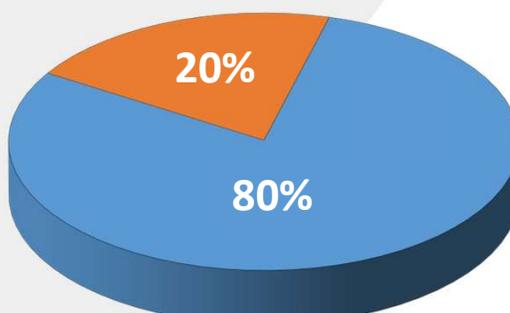
**Vehkm**



■ Persone ■ Merci

**Scenario bassa decarb.**

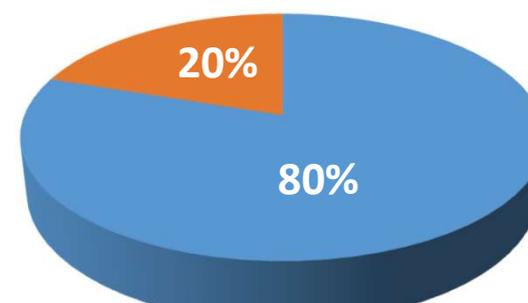
**Vehkm**



■ Persone ■ Merci

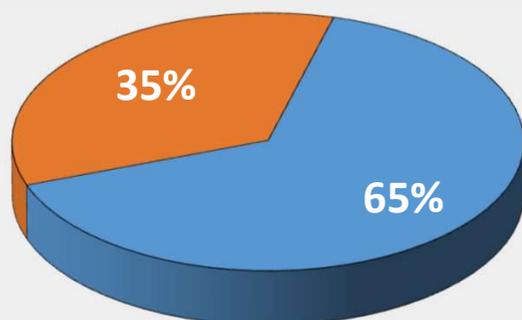
**Scenario alta decarb.**

**Vehkm**



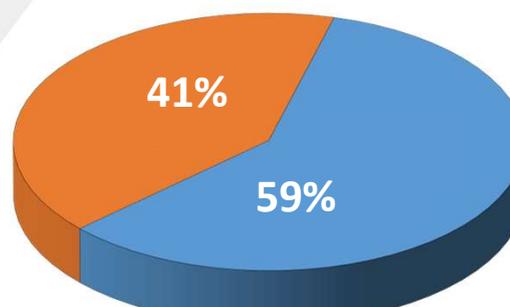
■ Persone ■ Merci

**CO2eq**



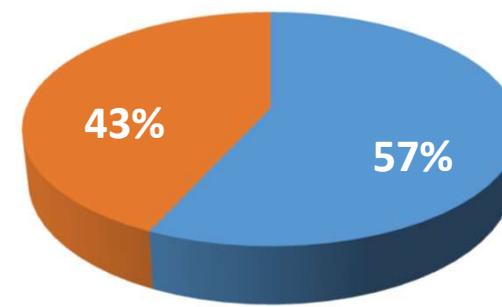
■ Persone ■ Merci

**CO2eq**



■ Persone ■ Merci

**CO2eq**



■ Persone ■ Merci

# OBIETTIVI DELLA RICERCA

- 1 Stime dell'inventario del traffico ( veic/km), dei gas serra (CO<sub>2</sub>equiv.TTW e WTW) e dei consumi energetici (TWh) imputabili al settore dei trasporti stradali in Italia
- 2 Stimare effetti di possibili scenari tendenziali di mobilità, politiche e azioni per verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU "Fit for 55" e WTW
- 3 Stimare effetti di alcuni scenari non tendenziali considerando nuovi vettori energetici

# DEFINIZIONE DI SCENARI NON TENDENZIALI

$$\frac{\text{Efficienza media 100\% elettrico}}{\text{Efficienza media motore a combustione interna}} = 2,86$$

## SCENARIO TEORICO 1:

Mobilità delle persone

**Quanto sarebbe il fabbisogno energetico nazionale se TUTTO il parco auto circolante fosse 100% elettrico?**



Emissioni CO<sub>2</sub> equiv. TTW – Mob. auto



-100% per le auto (-42% sul totale)

Consumo di energia elettrica in Italia al 2019 [TWh] = 301.4 (fonte Ministero dello sviluppo economico)



Consumi energia elettrica TTW  
addizionale ~55 – 60 TWh  
(attuale consumo mob. auto 251 TWh)



- **-80% consumi energetici automobili**
- **+20% fabbisogno energetico di elettricità nazionale**

## Diapositiva 57

---

**ACO**  $(\text{Efficienza media } 100\% \text{ elettrico})/(\text{Efficienza media motore a combustione interna}) = (80 \text{ TWh})/(28 \text{ TWh}) = 2,86$

Armando Carteni; 2023-03-10T16:17:22.414

# DEFINIZIONE DI SCENARI NON TENDENZIALI

## SCENARIO TEORICO 2:

Mobilità delle persone

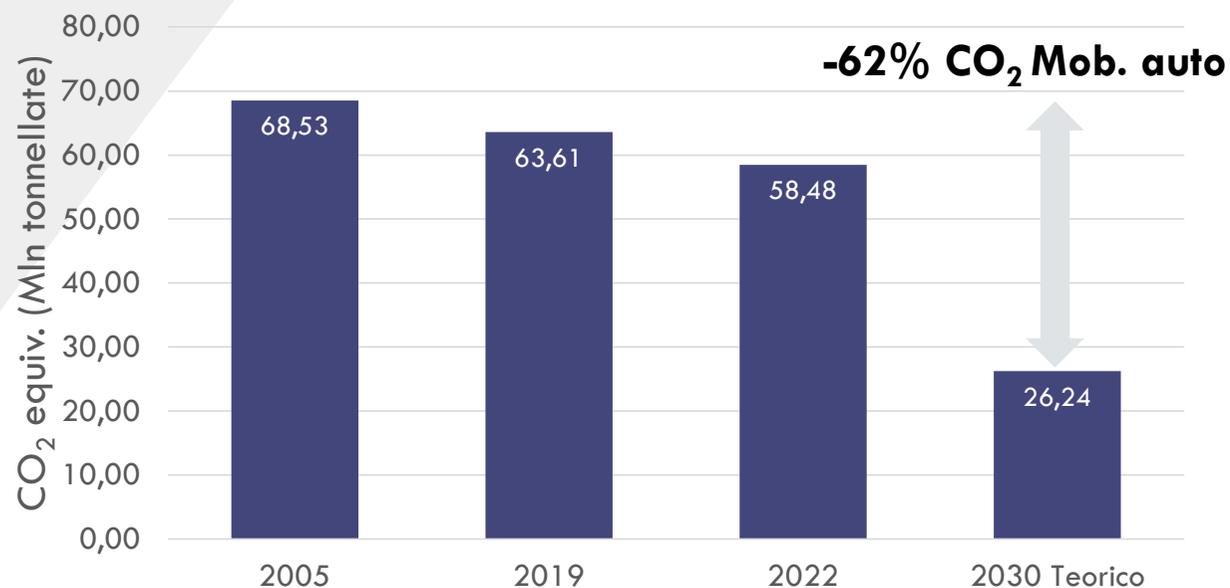
**Quali impatti se tutte le immatricolazioni auto sino al 2030 fossero 100% elettriche?**

Ipotesi di scenario:

- 1) evoluzione della domanda: scenario **alta decarbonizzazione**
- 2) "shift" modale: come **scenario alta decarb.**
- 3) "improve": tassi rinnovo come scenario **alta decarb.** + nuove immatricolazione 100% elettrico



Emissioni CO<sub>2</sub> equiv. TTW – Mobilità auto



**-44,5% emissioni CO<sub>2</sub> totali per settore stradale considerando lo Scenario teorico 2 auto e Alta Decarbo. altri**

# DEFINIZIONE DI SCENARI NON TENDENZIALI

## SCENARIO di POLICY 1:

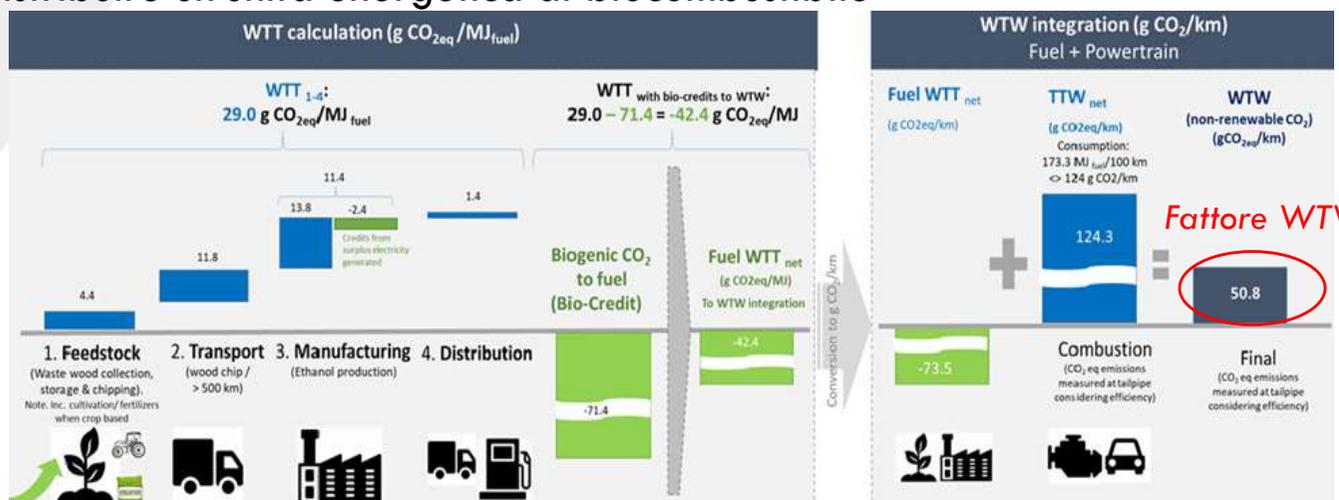
Mobilità delle merci

## INTRODUZIONE DEI BIOCARBURANTI PER LA TRAZIONE DEI VEICOLI MERCI ED IMPATTI SUL WTW

Ipotesi di utilizzo di biocombustibili di tipo **HVO** (Hydrotreated Vegetable Oil) e **CBM** (Bio Metano Compresso) per la trazione secondo previsioni di disponibilità (produzione) realistiche al 2030 di tipo ottimistico (scenario alta decarbonizzazione) e prudenziale (scenario bassa decarbonizzazione).

- i **biocombustibili**, sfruttando scarti dell'agricoltura o coltivazioni ad hoc, sottraggono CO<sub>2</sub> dall'ambiente durante il loro ciclo vita ("bio credito")
- il beneficio ambientale nel WTT è quantificabile come differenza tra il "bio credito" e la CO<sub>2</sub> immessa in atmosfera per produrre, trasportare e distribuire un'unità energetica di biocombustibile

- il **fattore WTW** per i biocombustibili è il differenziale tra il contributo emissivo nel TTW ed il beneficio ambientale imputabile al WTT



# DEFINIZIONE DI SCENARI NON TENDENZIALI

## SCENARIO di POLICY 1:

### Mobilità delle merci

Ipotesi HVO - Hydrotreated Vegetable Oil<sup>1</sup>:

- Sostituzione del Gasolio con HVO puro al 100% per le **merci pesanti (HGV) Diesel Euro 6** + residuo (sc. Alta decarb.) sulle **auto Diesel Euro 6**
- Rendimento veicoli HVO supposto pari al rendimento dei corrispondenti veicoli Gasolio
- Ipotesi al 2030 (**1 milione di tonnellate (1,3 Mld litri)** come già previsto per legge (sc. **Bassa decarb.**); **4,5 milioni di tonnellate (5,8 Mld litri)** ipotizzando una progressiva riconversione di stabilimenti fossili anche non in ITA (sc. **Alta decarb.**)



**Scenario di produzione prudenziale (bassa decarb.):** HVO 100% agli **HGV** + CBM 100% agli **LGV** (entrambi non sufficienti a coprire intero parco merci)

**Scenario di produzione ottimistica (alta decarb.):** HVO 44% **HGV** (copre intero parco) e 56% **auto Euro 6** (circa 50% parco) + CBM 36% **LGV** + 12% **auto, bus** + 52% inutilizzato (coperto intero parco)

## INTRODUZIONE DEI BIOCARBURANTI PER LA TRAZIONE DEI VEICOLI MERCI ED IMPATTI SUL WTW

Ipotesi CBM - Bio Metano Compresso<sup>2</sup>:

- Sostituzione del *compressed natural gas* (CNG) con CBM
- Relativo alle **merci leggere (LGV)** CNG + residuo (sc. Alta decarb.) applicato a tutto il parco CNG di **auto e bus**
- Rendimento veicoli CBM supposto pari al rendimento dei corrispondenti veicoli CNG
- Stime al 2030 elab. su dati Federmetano (**1,1 miliardi di m<sup>3</sup>** come già previsto per legge (sc. **Bassa decarb.**); **3,5 miliardi di m<sup>3</sup>** come da tendenze azioni PNRR (sc. **Alta decarb.**)



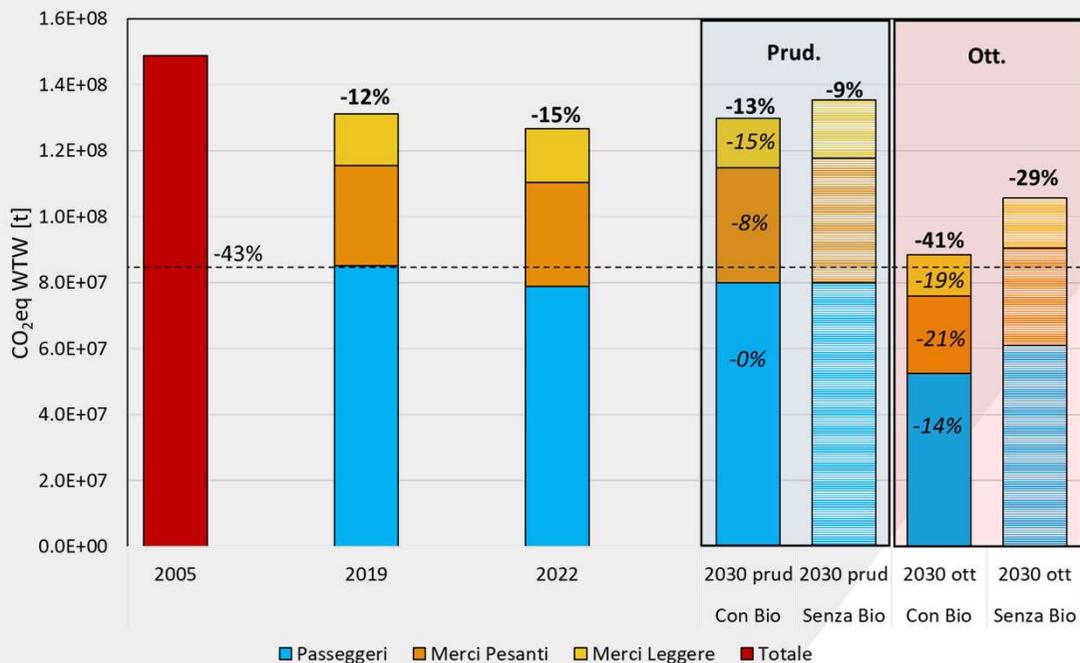
<sup>1</sup> Fattore emissivo WTW applicato all'HVO fonte stime ENI

<sup>2</sup> Il fattore emissivo WTW deriva dal JRC che considera i rifiuti solidi urbani come principale biomassa per produzione CBM (Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards (2020). JEC Well-To-Wheels report v5. EUR 30284 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg)

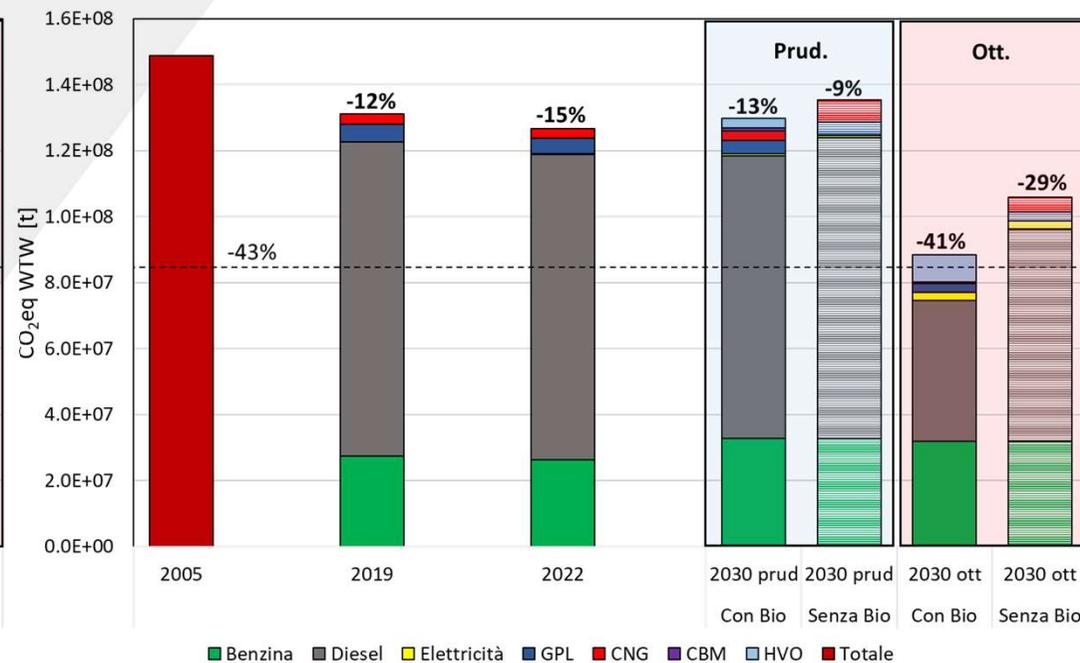
# DEFINIZIONE DI SCENARI NON TENDENZIALI

## SCENARIO di POLICY 1:

Trend CO<sub>2</sub>eq WTW - categorie veicolari



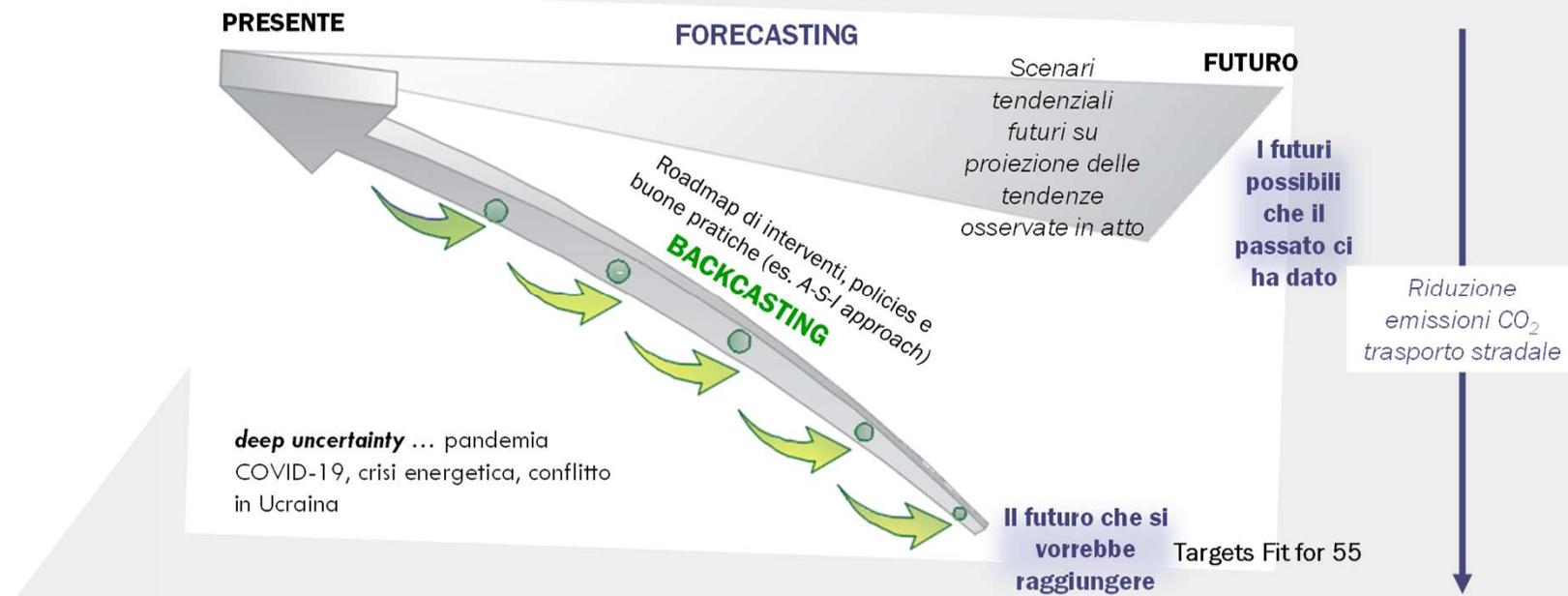
Trend CO<sub>2</sub>eq WTW - combustibili



- L'utilizzo combinato di HVO&CBM provocherebbe una **riduzione del 41% della CO<sub>2</sub>eq nel WTW** per lo scenario alta decarbonizzazione, rispetto al 2005
- Nello scenario alta decarbonizzazione, una elevata disponibilità di HVO permetterebbe di **ridurre del 21% il contributo WTW delle merci pesanti (tradizionalmente *hard to abate*)**, impattando positivamente anche sulle auto

# SVILUPPI DELLA RICERCA

- proporre una roadmap (backcasting) di interventi, policies e buone pratiche per il raggiungimento degli obiettivi prefissati nel pacchetto climatico EU “Fit for 55”
- valutare un possibile *dashboard interattivo* per divulgare i risultati ottenuti a partire dalle buone pratiche internazionali
- estendere l’applicazione ad altre modalità di trasporto



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

