



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

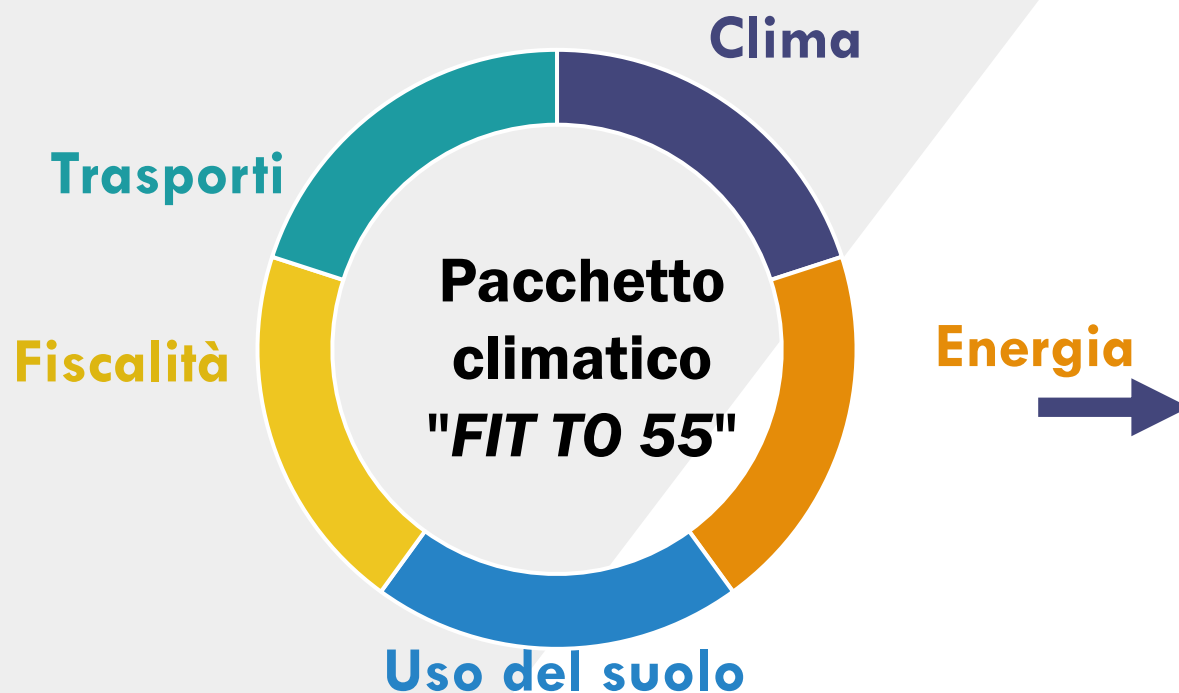


Cluster Trasporti

IL GRUPPO DI LAVORO (GDL)

- **Ennio Cascetta** - *responsabile scientifico per conto del Cluster Trasporti*
- **Armando Cartenì** (*coordinatore GdL*) - Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Mariarosaria Picone** - 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 GdL*) - 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
- **Angela Romano** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Daniela Tocchi** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, 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



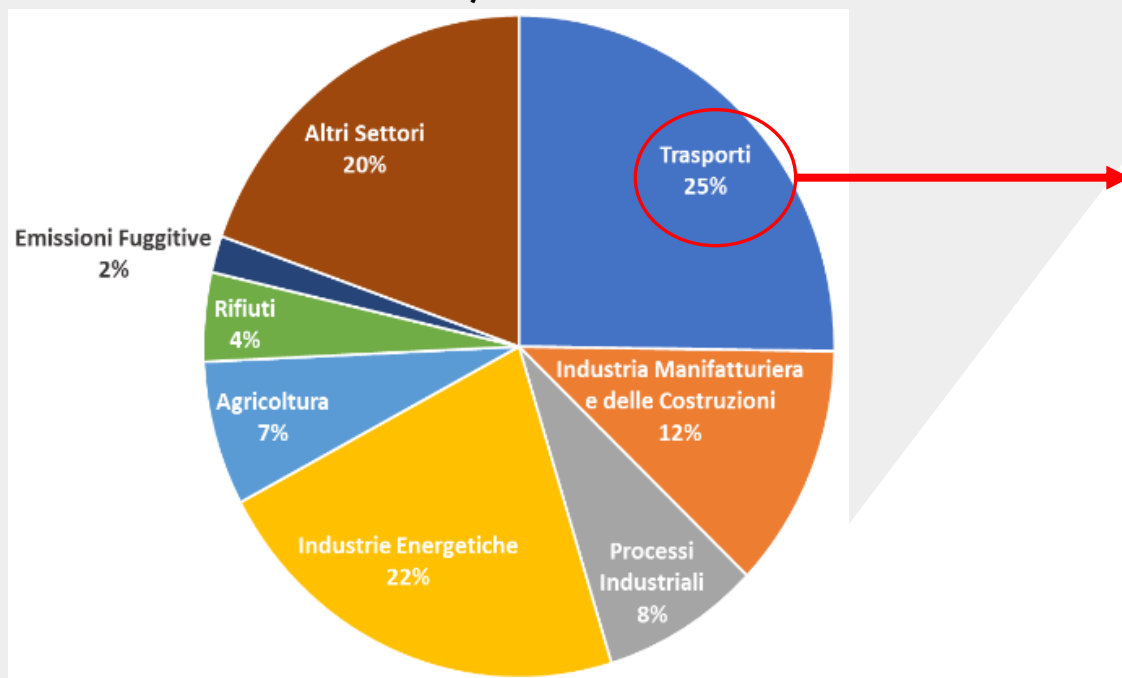
OBIETTIVI

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

A giugno 2022 proposta della Commissione europea per settori non coperti dall'Emission Trading System (ETS) (es. trasporti) di un target di riduzione delle emissioni di gas serra del 43% al 2030 rispetto al 2005

INCIDENZA DEI TRASPORTI SULLE EMISSIONI DI GAS SERRA

ITALIA, 2019



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:

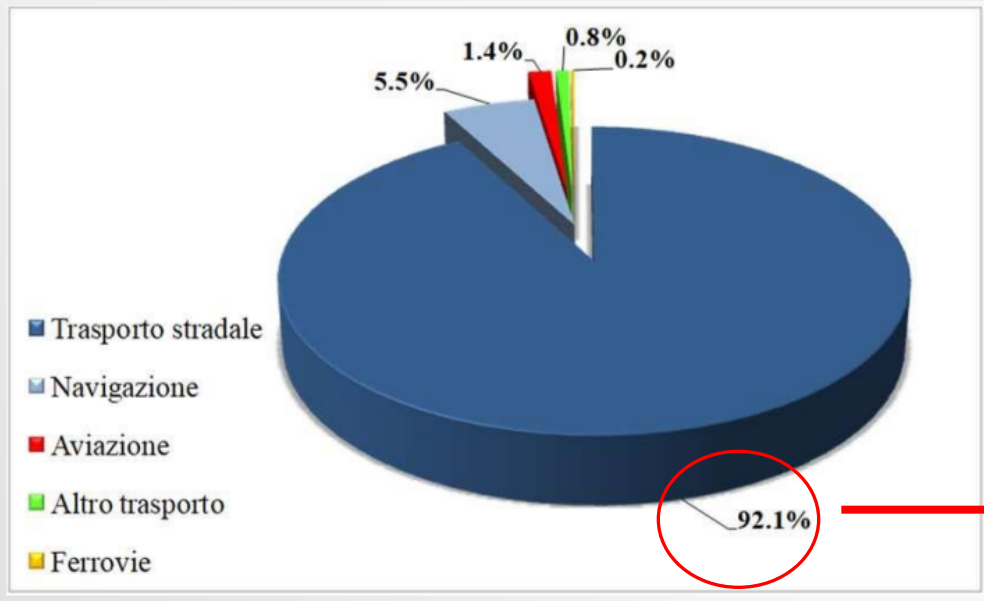
- **18% Giappone** (*Additional materials from the 2020 Annual Report on the Environment*).
- **10% Cina** (*China Automotive Industry Development Report, 2020*)

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

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



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 (*CO₂ emissions distribution from transportation in China 2019, by mode. Statista Research Department*)

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

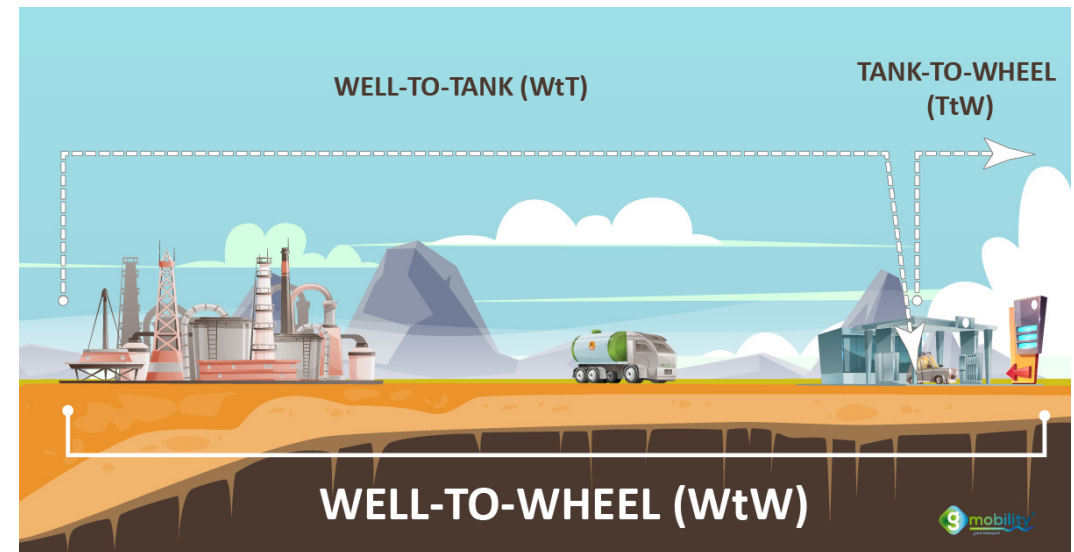
Oltre il 92% imputabile al trasporto stradale

OBIETTIVI DELLA RICERCA

- 1 Stime dell'inventario del traffico (veicoli*km), dei gas serra ($\text{CO}_{2\text{equiv}}$, 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

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..*)

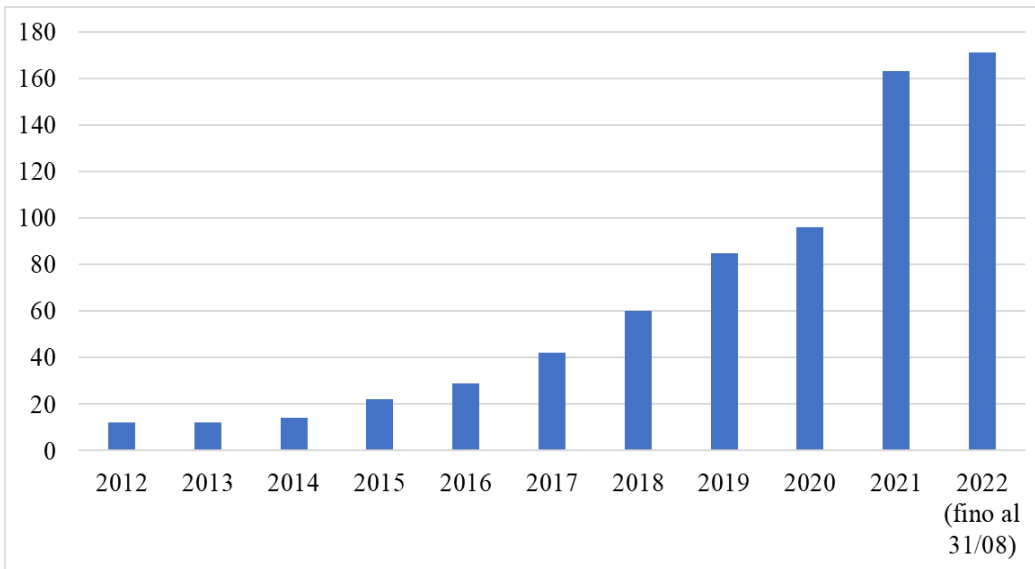
Incertezza del contesto (*es. ciclo politico, portatori di interesse, vincoli normative, pluralità di soggetti coinvolti*).



**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 COMPARABILI SU SCALA EUROPEA

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

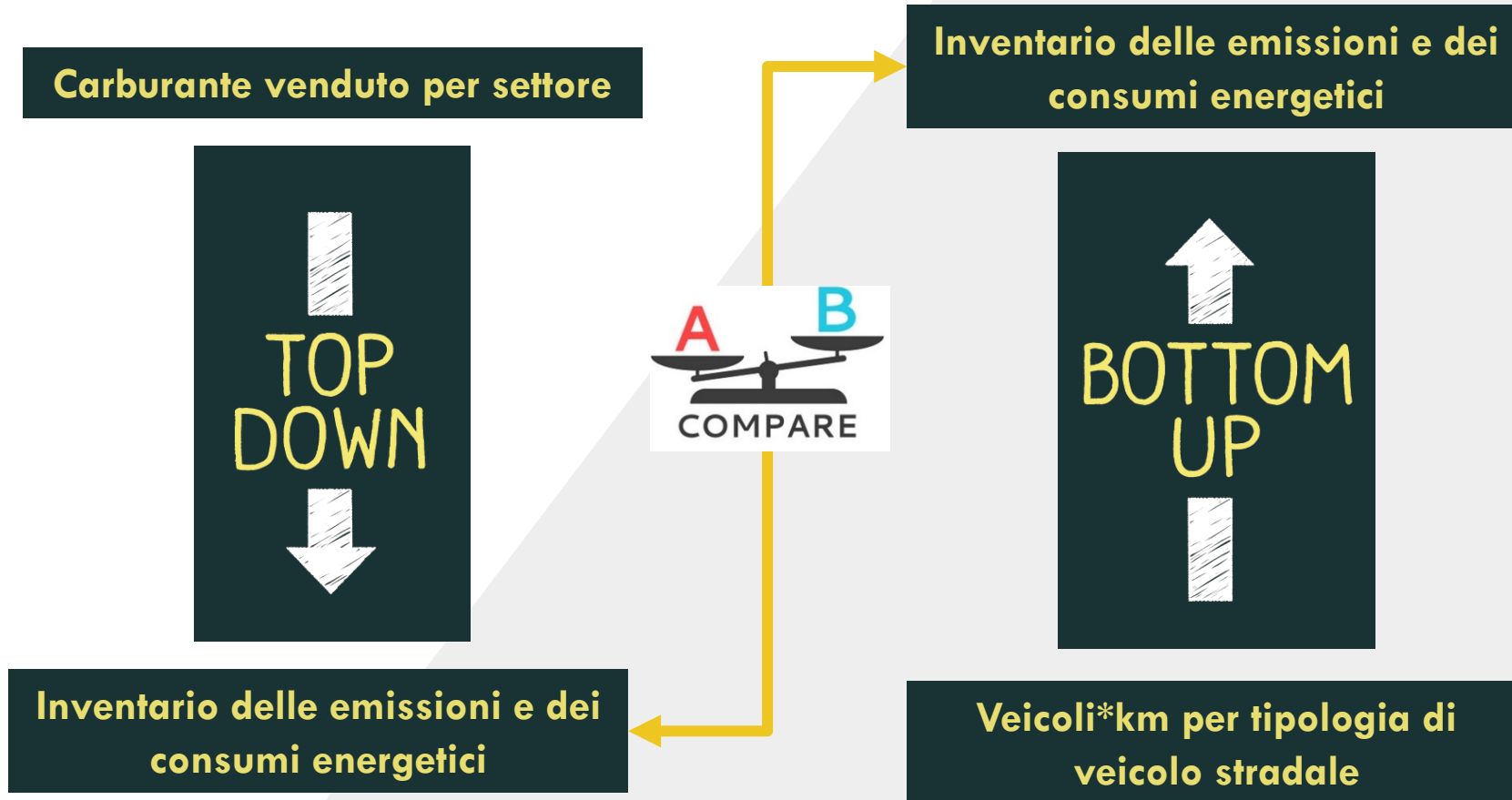
SCENARI TENDENZIALI DI PATHS AL 2030

- 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 (≤ 15 t), urbano standard (15 - 18 t), urbano articolato (> 18 t), coaches standard (≤ 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

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"> 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]) 	<ul style="list-style-type: none"> veicoli*Km stimati da ISPRA (fonte: [1]) 	<ul style="list-style-type: none"> veicoli*Km stimati su rete Aiscat per le classi di pedaggio A e B (fonte: [7]) e su autostrade Anas (fonte: [8]) classe di pedaggio A considerata al 100%, mentre quella B per la sola quota parte della mobilità passeggeri (fonte: [8]) suddivisione per classe di veicolo (auto, motocicli e bus) sulla base dei conteggi di traffico disponibili (fonte: [6])
Motocicli	<ul style="list-style-type: none"> suddivisione per classe veicolare (auto e motocicli) a partire dalla matrice del pendolarismo ISTAT (fonte; [4]) 	<ul style="list-style-type: none"> veicoli*Km stimati da ISPRA (fonte: [1]) 	
Bus	<ul style="list-style-type: none"> veicoli*km stimati come media dei dati ISPRA [1] e MIMS [5] che differiscono per circa il 30% 	<ul style="list-style-type: none"> veicoli*Km (Vk_{bus}) stimati come: $Vk_{bus} = I_{bus} * veicoli*Km_{a+m}$ con <ul style="list-style-type: none"> $veicoli*Km_{a+m}$ è il totale dei veicoli*Km in ambito extraurbano relativi alle auto e motocicli (fonte: [1]) I_{bus} è l'incidenza dei veicoli*km in extraurbano per i bus rispetto al totale auto + motocicli, stimata tramite conteggi di traffico disponibili (fonte: [6]) 	

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
Merchi	<ul style="list-style-type: none"> veicoli*Km (Vk_{merci}) stimati come: $Vk_{merci} = I_{merci} * veicoli*Km_{persone}$ con <ul style="list-style-type: none"> $veicoli*Km_{persone}$ è il totale dei veicoli*Km stimati in ambito urbano relativi alla mobilità delle persone I_{merci} è la percentuale di incidenza media dei veicoli*Km merci sul totale desunta da PUMS italiani (fonte: [1]) e studi internazionali di settore 	<ul style="list-style-type: none"> Dati stimati a partire dalle serie storiche (fonte: [3] e [7]) aggiornate secondo due ipotesi di crescita: <ul style="list-style-type: none"> per la tipologia di veicoli Heavy Duty Trucks applicazione della crescita tendenziale riscontrata su <i>autostrade</i> per la tipologia Light Commercial Vehicles applicazione della crescita tendenziale riscontrata sulla tipologia stradale <i>urbano</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 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) 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 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]) espansione all'intera rete autostradale nazionale sulla base di dati AISCAT (fonte: [6]).

RISULTATI STIME MOBILITÀ IN ITALIA 2019

Totale 503.891 Mln veicoli*km

Mobilità
Delle
persone

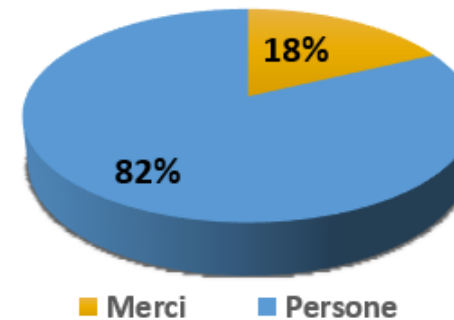
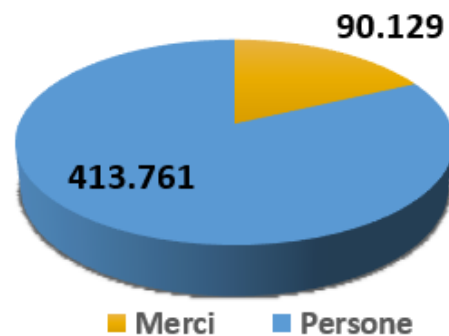
	Mln veicoli *km (2019)			
	Urbano	Extraurbano	Autostrade	Totale
Auto	80.540	228.763	76.832	386.135
Motocicli	14.915	9.561	309	24.784
Bus	777	1.311	754	2.842
Totale	96.232	239.635	77.894	413.761

	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%
Totale	23,3%	57,9%	18,8%	100,0%

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
Totale	20.116	46.320	23.693	90.129

	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%
Totale	22,3%	51,4%	26,3%	100,0%



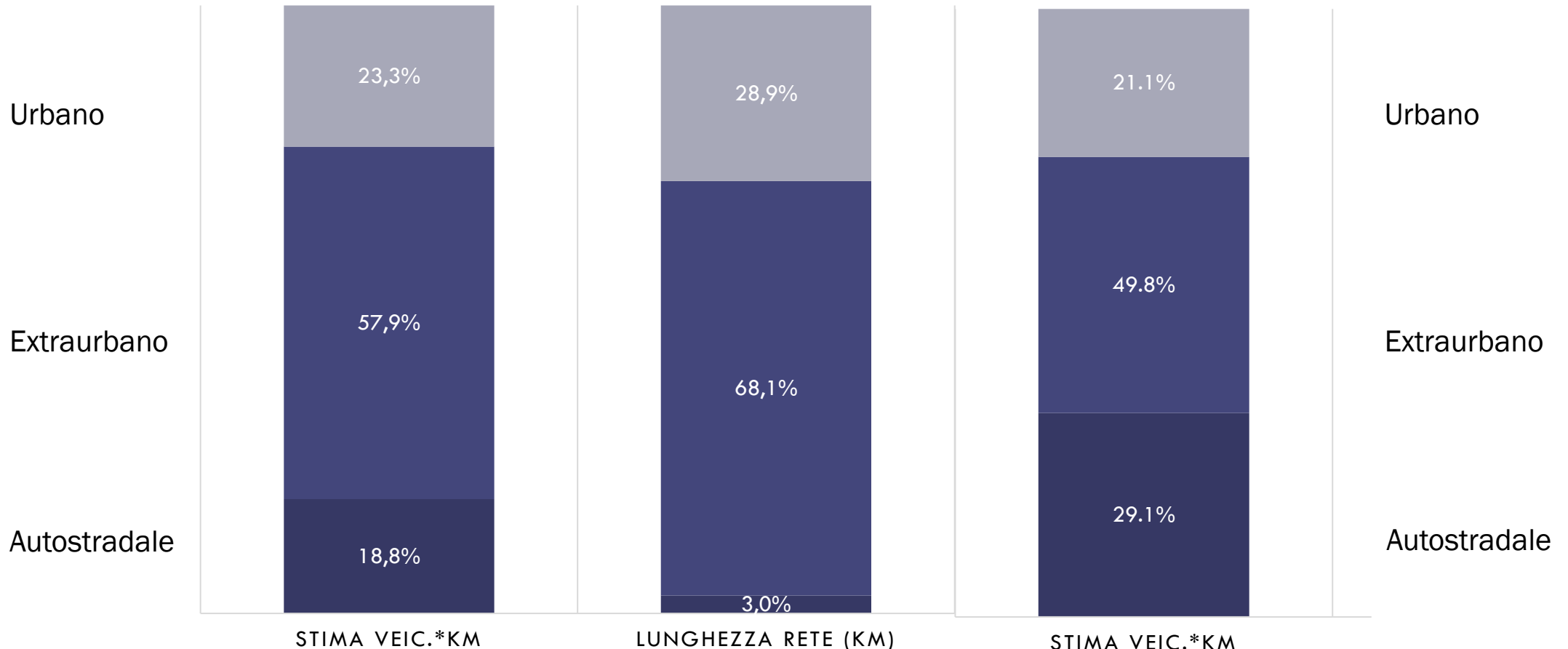
RISULTATI STIME MOBILITÀ IN ITALIA

ALCUNI CONFRONTI

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

Mobilità delle persone

Mobilità delle merci



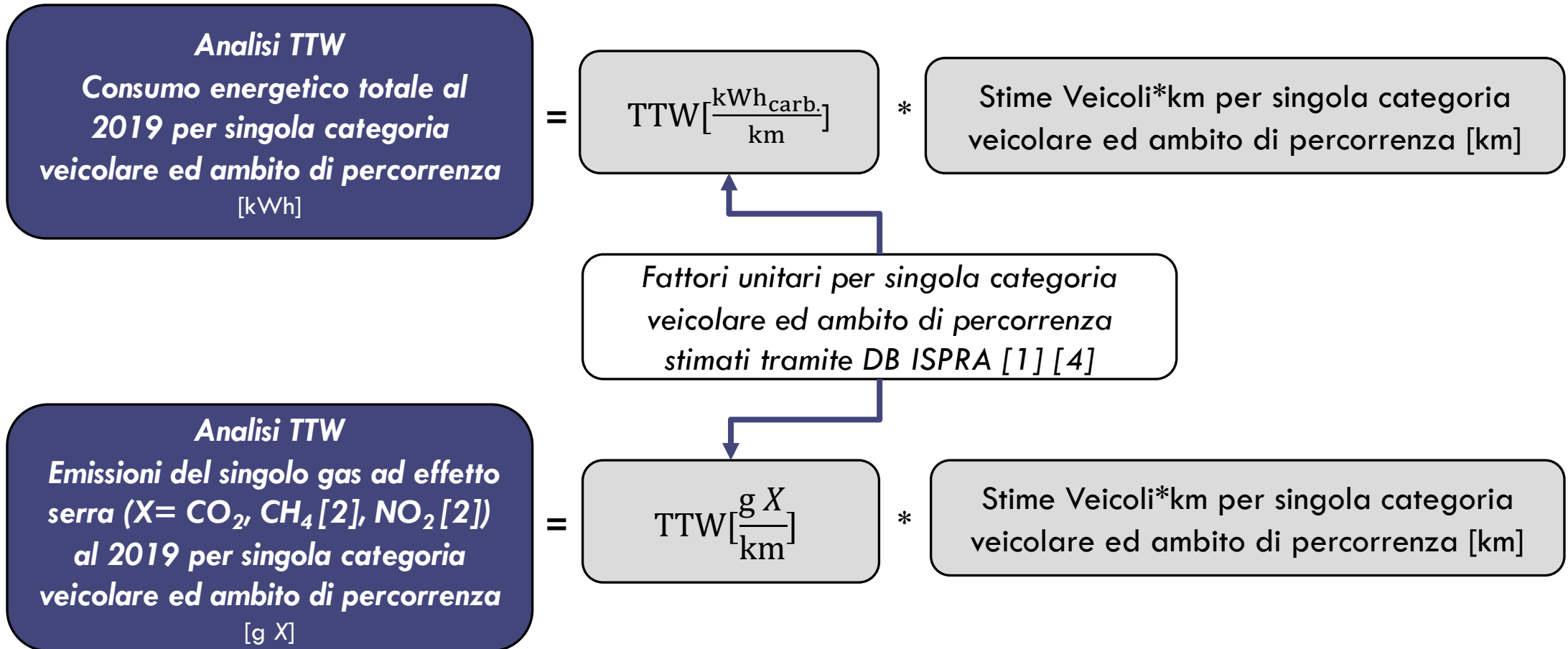
Uso più estensivo della rete autostradale
(+16 punti percentuali) a discapito dell'extraurbano

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

**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-WHELL, 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]

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

$$\text{TTW} \frac{\text{kWh}_{\text{carb.}}}{\text{km}}$$

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] [4]

Analisi WTW

Emissioni di gas serra
totali al 2019 per singola
categoria veicolare ed
ambito di percorrenza
[g CO₂eq]

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

$$\text{TTW} \frac{\text{kWh}_{\text{carb.}}}{\text{km}}$$

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

Stime TTW per singola
categoria veicolare ed
ambito di percorrenza
[g CO₂eq]

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

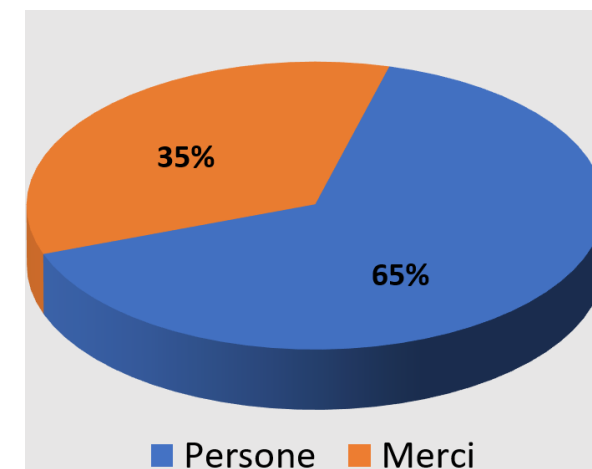
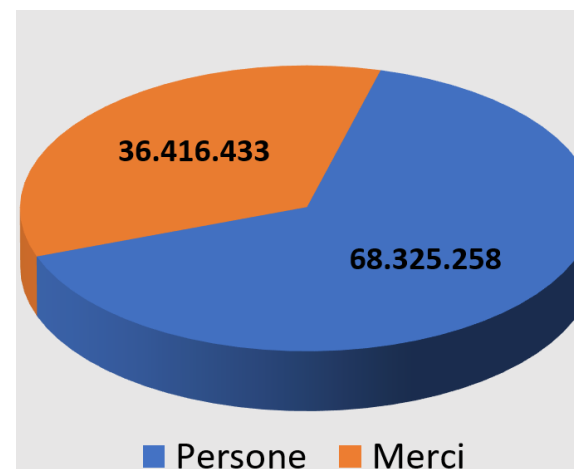
Emissioni gas serra TTW e WTW (tCO_{2eq} - 2019)

TTW (tCO _{2eq} - 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
Totale	32 231 379	49 514 857	22 995 456	104 741 691

WTW (tCO _{2eq} - 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
Totale	40 233 033	62 126 247	28 863 772	131 223 052

- 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]



percorso,
rendimento propulsore,
potere calorifico carburante,
potere calorifico

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%

Il disavanzo del 7% per il Gasolio è imputabile al rifornimento all'estero dei veicoli merci che poi circolano (emettono CO₂) in Italia

* 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 (CO₂equiv.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 CO₂ trasporto stradale

**Targets Fit for 55
Raggiunto ?**



POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Due scenari analizzati:

- **Max decarbonizzazione** : in ragione di ipotesi verosimili **più favorevoli** ad una riduzione della **CO₂ emessa**
- **Min decarbonizzazione**: in ragione di ipotesi verosimili **meno favorevoli** ad una riduzione della **CO₂ emessa**

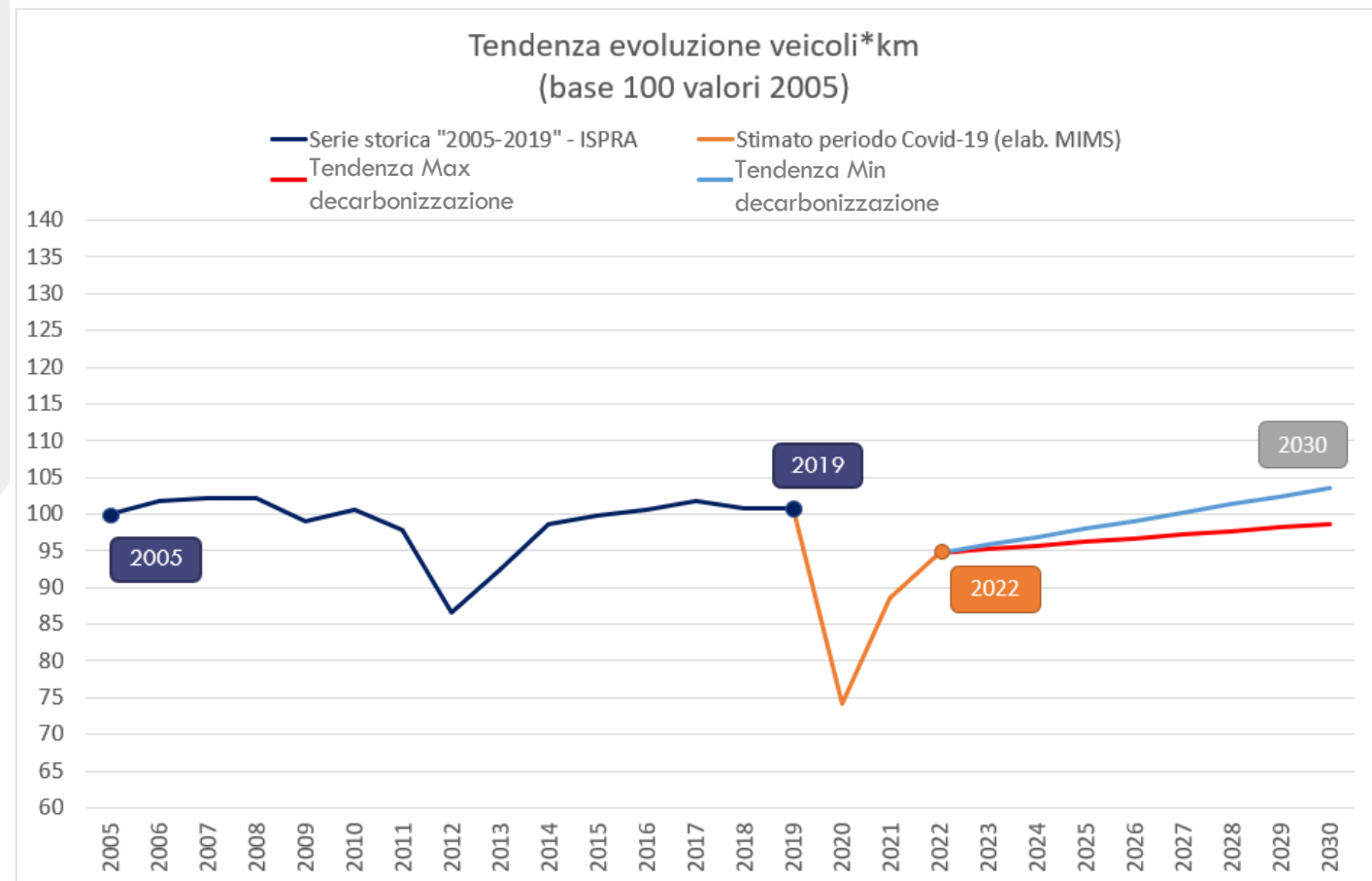
POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Mobilità delle persone

1) EVOLUZIONE DELLA DOMANDA

SCENARIO MAX 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, oltre alla decrescita tendenziale ISTAT della popolazione

SCENARIO MIN 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 MAX 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 MIN 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 MAX 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 MIN 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

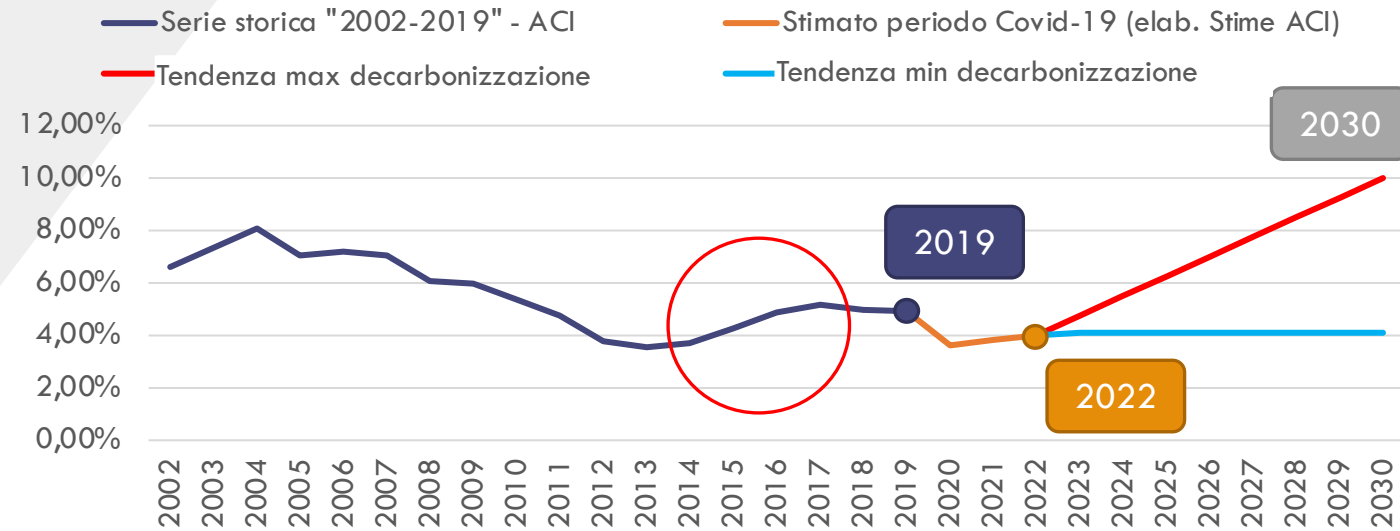
Mobilità delle persone

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

SCENARIO MAX 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 MIN 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

SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:

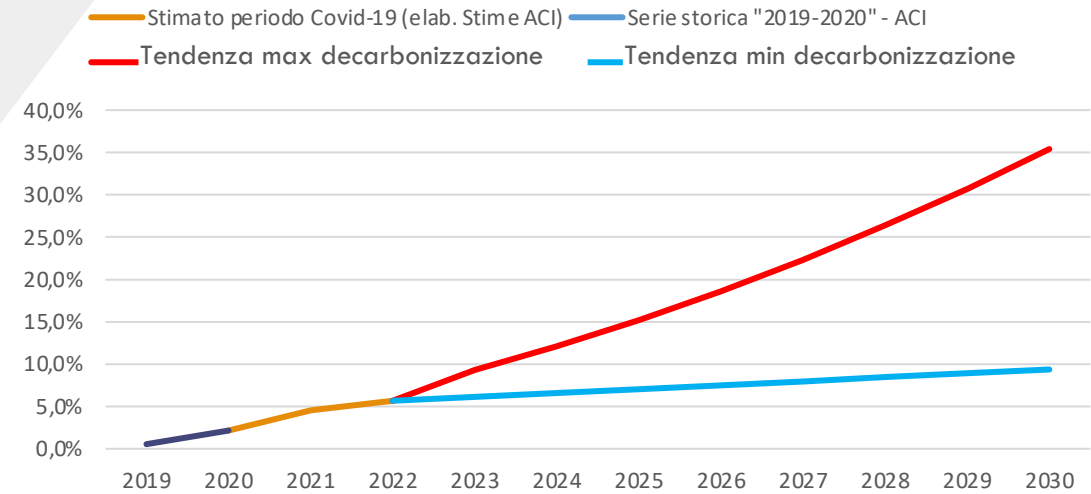
- *auto full electric (BEV)*: tassi di crescita quadratica analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3 (Francia, Germania e Spagna) negli ultimi anni anche in ragione di un maggior impatto delle nuove direttive EU che si avranno al 2030 (es. divieto di vendita di nuove auto termiche dal 2035)
- *auto 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 MIN DECARBONIZZAZIONE:

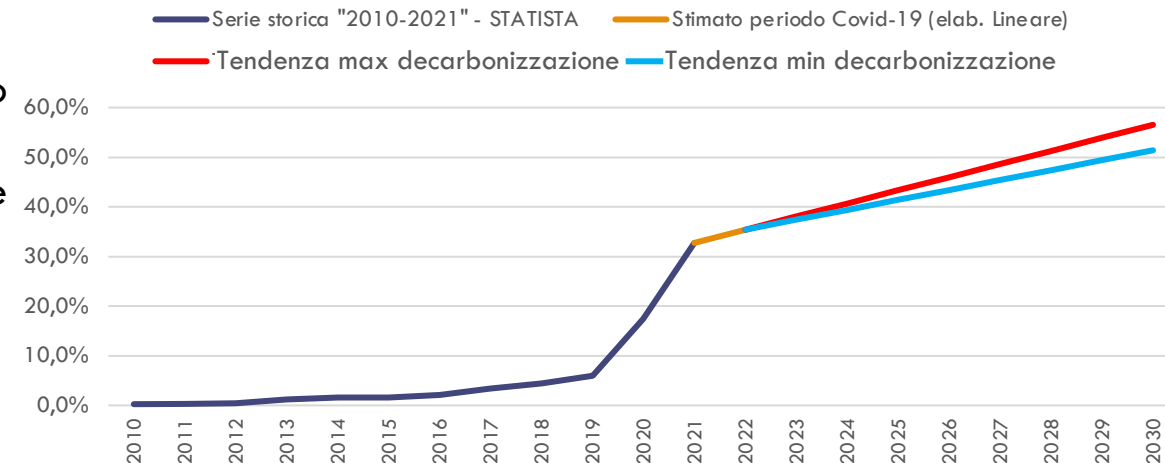
- *auto full electric (BEV)* tassi di crescita lineare analoghi a quanto osservato per i Paesi EU3
- *auto full-hybrids (HEV)* secondo tassi tendenziali di crescita lineare rispetto a quanto osservato in Italia negli anni 2010 - 2021

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 full electric (BEV) / immatricolati totali



Immatricolati full hybrids (HEV) / immatricolati totali



POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Mobilità delle persone: sintesi ipotesi di scenario

	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante
MIN DECARB.	Crescita della domanda con tassi uguali a quelli del periodo di massima crescita degli ultimi decenni	Riduzione dello smart working con impatti sulla domanda pari al 50% al 2030 rispetto allo scenario Alta Decarb.	Shift modale per effetto degli investimenti previsti per il Trasporto Pubblico Locale (TPL), oltre che della crescita della quota modale di sharing mobility, entrambi secondo tassi di penetrazione prudenziali	<ul style="list-style-type: none"> • Tassi annui di sostituzione uguali a quelli osservati nell'ultimo decennio • Nuove immatricolazioni: auto full-electric secondo tassi di crescita lineari 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
MAX DECARB.	Crescita della domanda contenuta e inferiore rispetto al periodo pre-covid + decescita tendenziale ISTAT popolazione (crescita media $\approx 0,5\%$ anno)	Permanenza strutturale dello smart working	Shift modale per effetto di: <ul style="list-style-type: none"> i) investimenti PNRR ii) attuazione di politiche di mobilità sostenibile dei PUMS delle città metropolitane iii) crescita della quota modale di sharing mobility (tassi doppi rispetto agli ultimi anni) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tassi di sostituzione auto superiori del 15% rispetto a quanto osservato 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 • Nuove immatricolazioni: auto 100% elettrico con tassi di crescita quadratica 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

POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Mobilità delle persone: sintesi impatti prodotti dalle ipotesi di scenario

	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	
MIN DECARB.	+8,0% Auto	-0,7% Auto	-0,01% Auto	33% Auto 28% Motocicli 29% Bus	100% Elettrico Ibrido (HEV) Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6	3,1% 22,9% 0,0% 5,5% 11,5% 57,0%	6,6% 0,4% 1,5% 10,5% 23,8% 57,2%
MAX DECARB.	+3,5% Auto	-1,5% Auto	-7,8% Auto	60% Auto 28% Motocicli 29% Bus	100% Elettrico Ibrido (HEV) Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6	15,7% 34,3% 0,0% 0,0% 0,0% 50,0%	6,6% 0,4% 1,5% 10,5% 23,8% 57,2%

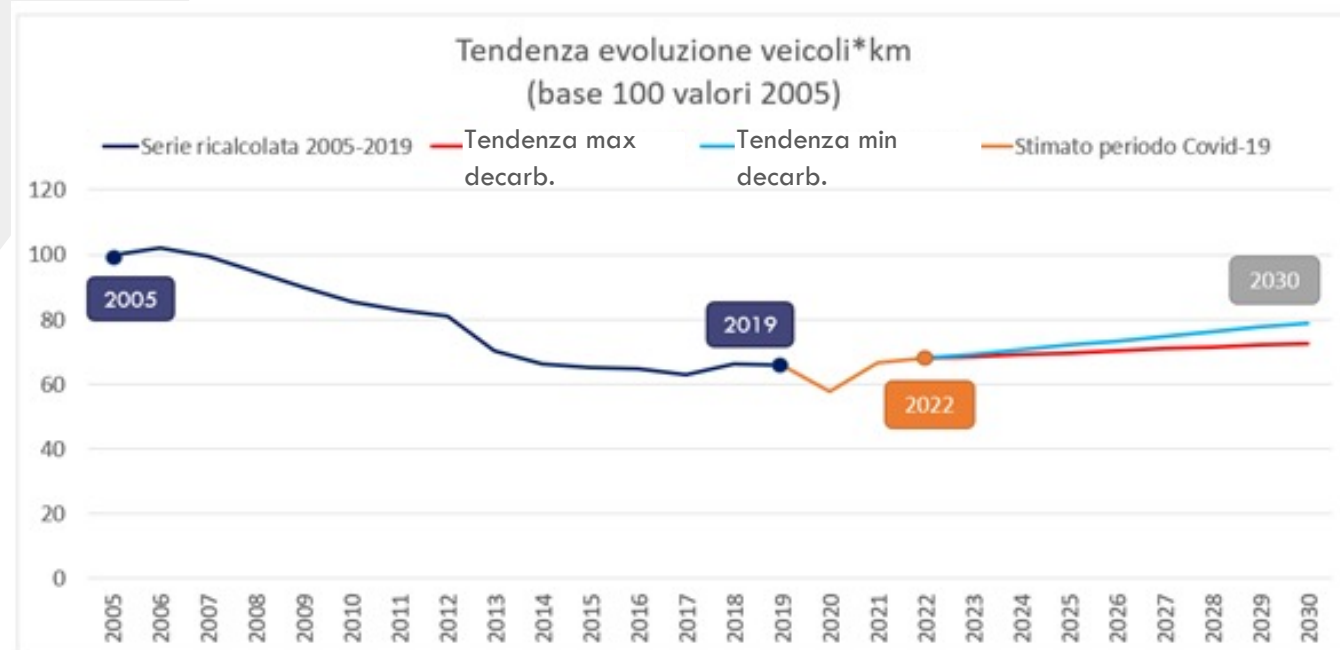
POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Mobilità delle merci

1) EVOLUZIONE DELLA DOMANDA E POLITICHE DI “AVOID”

SCENARIO MAX 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 MIN 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 MAX 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 MIN DECARBONIZZAZIONE:

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

POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

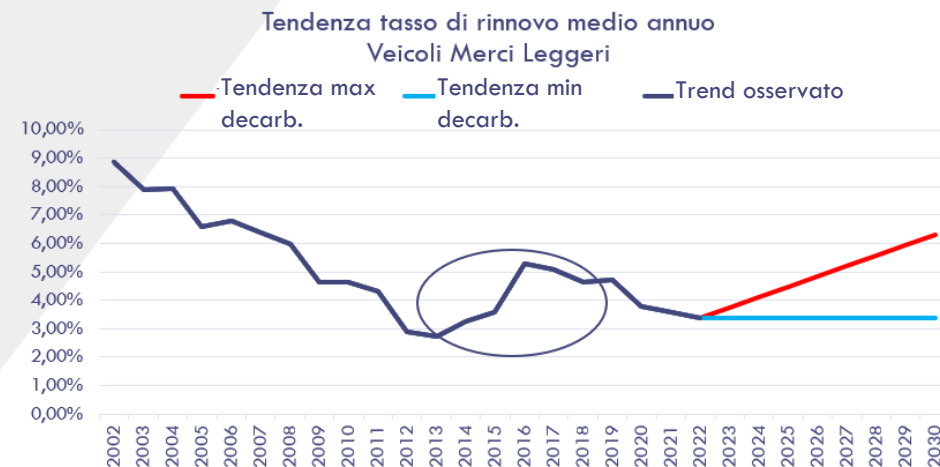
Mobilità delle merci

3) "IMPROVE" TECNOLOGICO del parco circolante

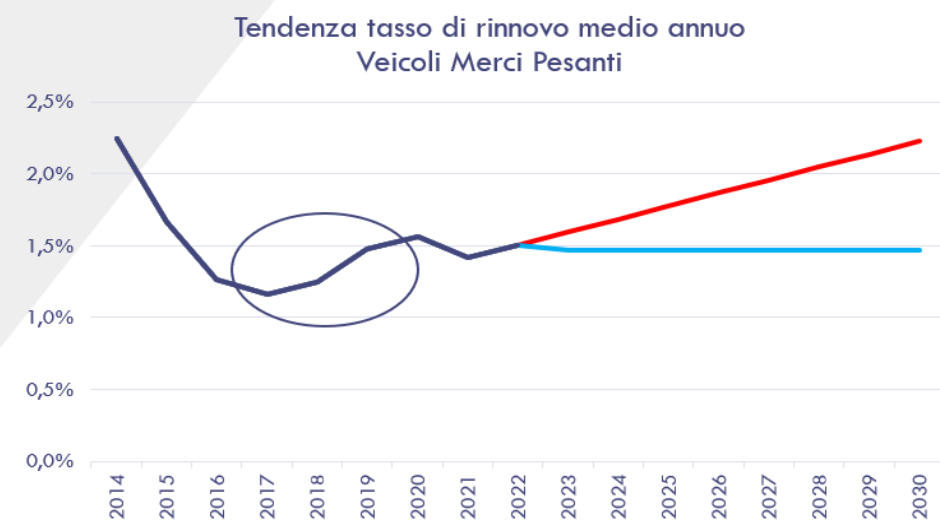
a) ipotesi rinnovo parco circolante

SCENARIO MAX 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 MIN 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

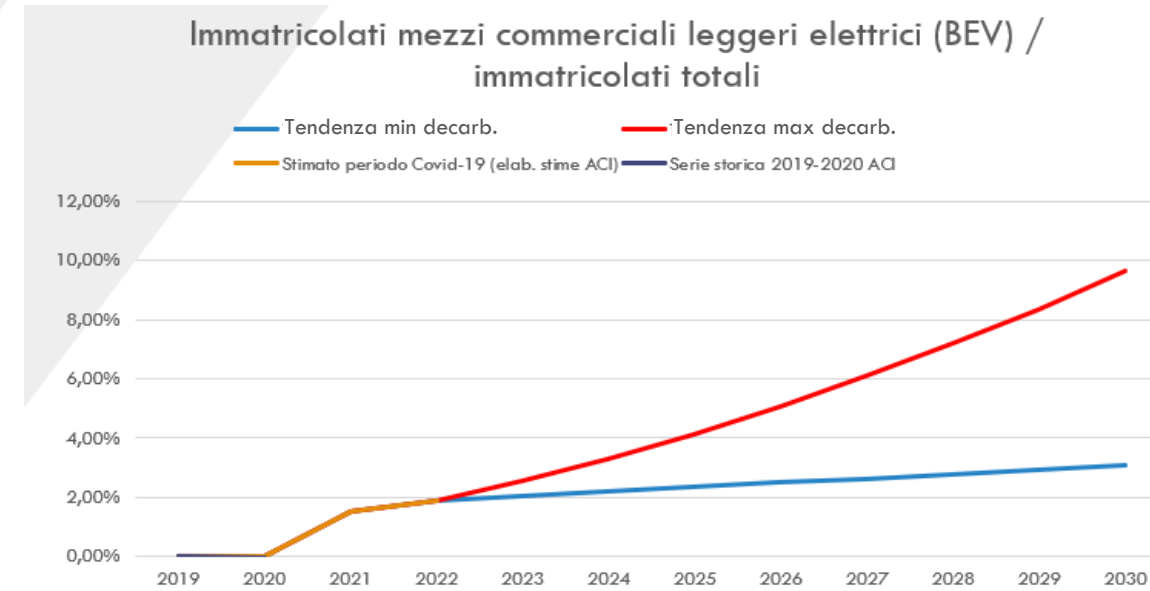
b) Ipotesi nuove immatricolazioni

a. trend veicoli elettrici (BEV)

- **SCENARIO MAX DECARBONIZZAZIONE:** veicoli merci leggeri full electric secondo tassi di crescita pari a circa 1/3 di quelli ottimistici ipotizzati per le auto
- **SCENARIO MIN DECARBONIZZAZIONE.:** veicoli merci leggeri full electric 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)



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

POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Mobilità delle merci: : sintesi ipotesi di scenario

	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	2) "shift" modale	3) "improve" tecnologico del parco circolante
MIN DECARB.	Crescita della domanda con tassi uguali a quelli del periodo di massima crescita degli ultimi decenni	Nessuna ipotesi	Per la mobilità delle merci si è ipotizzato che nel 2030 saranno ancora attivi gli incentivi "marebonus" e "sconto traccia"	<ul style="list-style-type: none"> • Tassi annui di sostituzione costanti come quelli dell'ultimo anno • Nuove immatricolazioni veicoli merci leggeri 100% elettrico secondo tassi di crescita pari a 1/3 di quelli prudenziali ipotizzati per le auto
MAX DECARB.	Crescita della domanda contenuta e inferiore rispetto al periodo pre-covid (crescita media $\approx 1\%$ annuo), coerente con previsione tendenziale PIL del DEF 2023 e Fondo Monetario Internazionale	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 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	<ul style="list-style-type: none"> • Tassi di sostituzione pari al massimo raggiunto nell'ultimo decennio • Nuove immatricolazioni veicoli merci leggeri 100% elettrico secondo tassi di crescita pari a circa 1/3 di quelli ottimistici ipotizzati per le auto

POSSIBILI SCENARI TENDENZIALI DI FORECASTING

Mobilità delle merci: sintesi impatti prodotti dalle ipotesi di scenario

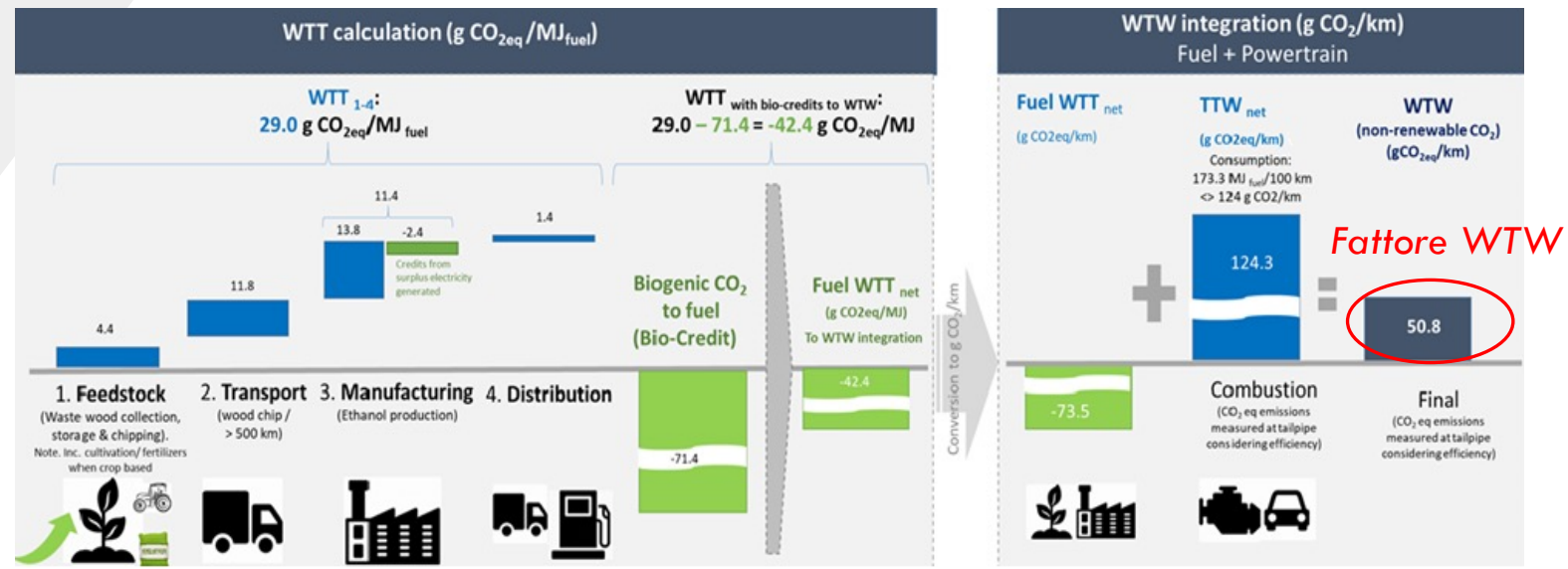
	1) evoluzione della domanda	1) "Avoid"	3) "Shift" modale	4) "Improve" tecnologico del parco circolante	
Scenario	(var.% veicoli*km 2030-2022)			% parco rinnovato (dal 2022 al 2030)	quota % veicoli 100% elettrici al 2030
MIN DECARB.	+12,8% Light Commercial Vehicles +19,8% Heavy Duty Trucks	nessuno	0% 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)
MAX DECARB.	+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)

I BIOCARBURANTI NEGLI SCENARI TENDENZIALI

Decreto Legge 18 novembre 2022, n. 176 impone, al 2030, 1MLN di tonnellate di Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) ed 1 mld di m³ di biometano. Si è tenuto conto di questo DL in entrambi gli scenari (MAX-min decarbonizzazione)

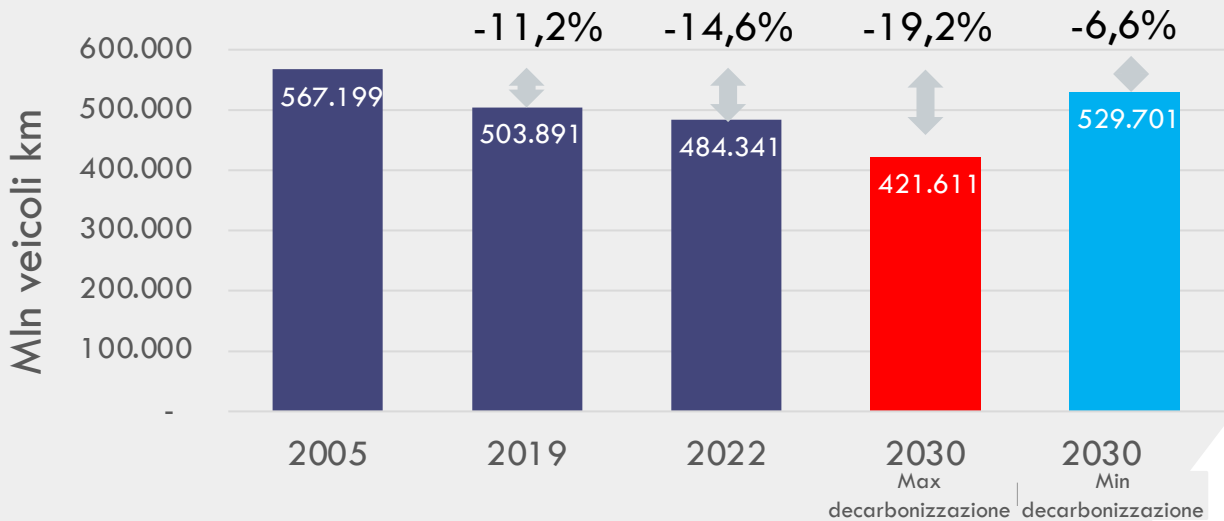
- i **biocombustibili**, sfruttando scarti della filiera agroalimentare, sottraggono CO₂ dall'ambiente durante il loro ciclo vita (“*bio credito*”)
- il beneficio ambientale nel WTT è quantificabile come differenza tra il “*bio credito*” e la CO₂ immessa in atmosfera per produrre, trasportare e distribuire 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



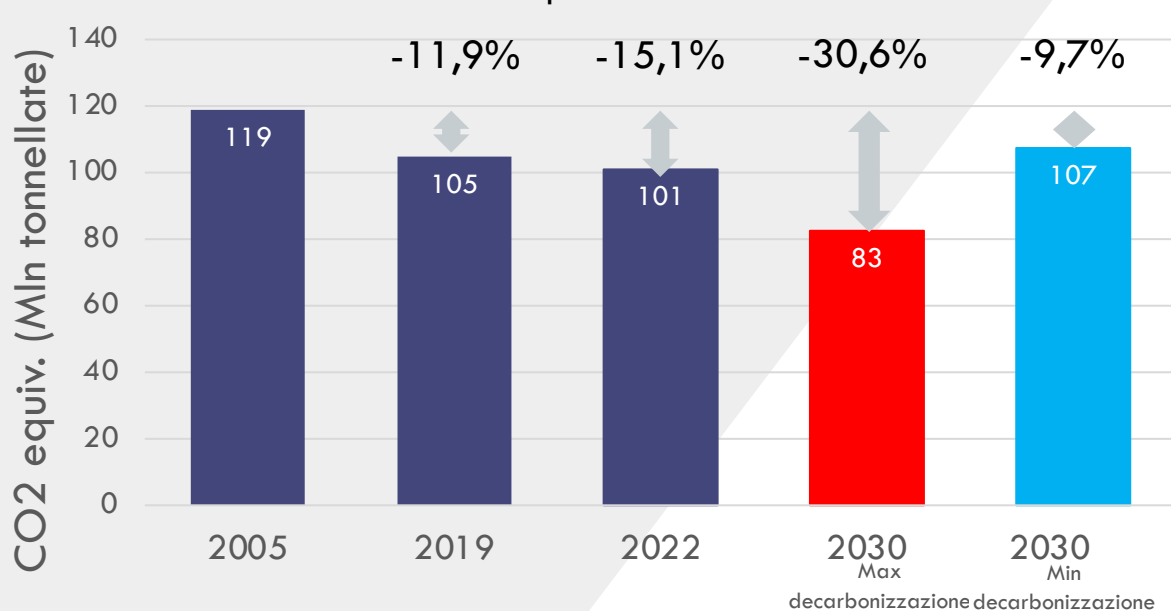
ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

Stima veicoli Km - Mob. totale

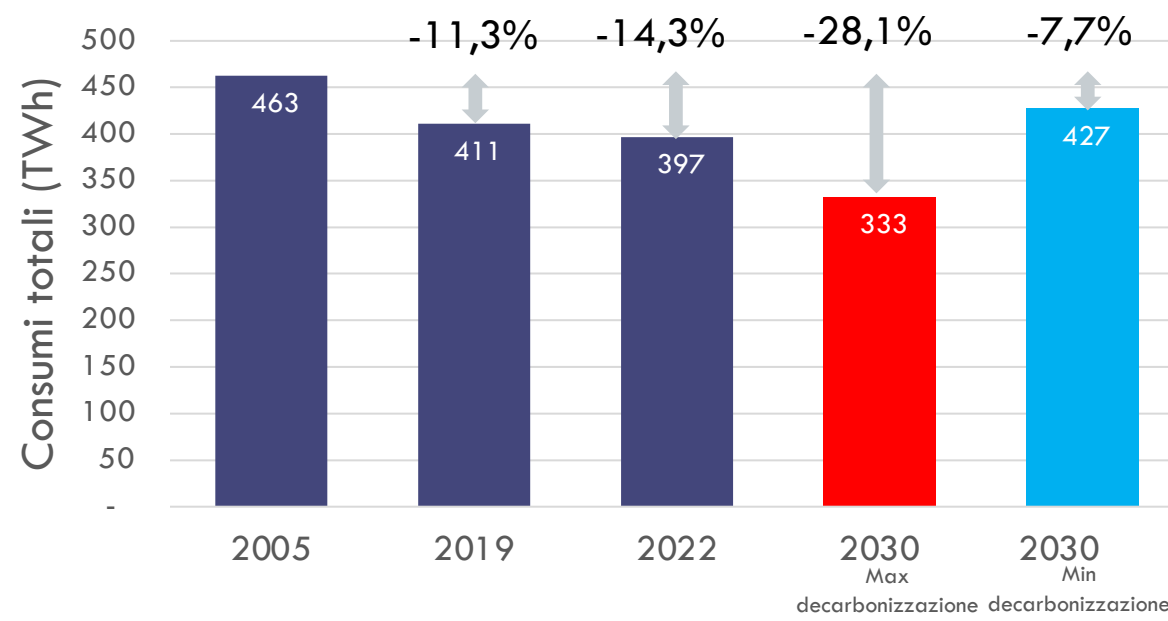


- **scenario min decarb.:** riduzione emissioni ampiamente insufficiente (-9,7% nel 2030 rispetto al 2005)
- **scenario max decarb.:** ci si avvicinerebbe concretamente alla riduzione indicata (-30,6% nel 2030 rispetto al 2005)
- i benefici sui consumi TTW sono minori dei benefici sulle emissioni TTW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

Emissioni CO2 equiv. TTW - Mob. totale

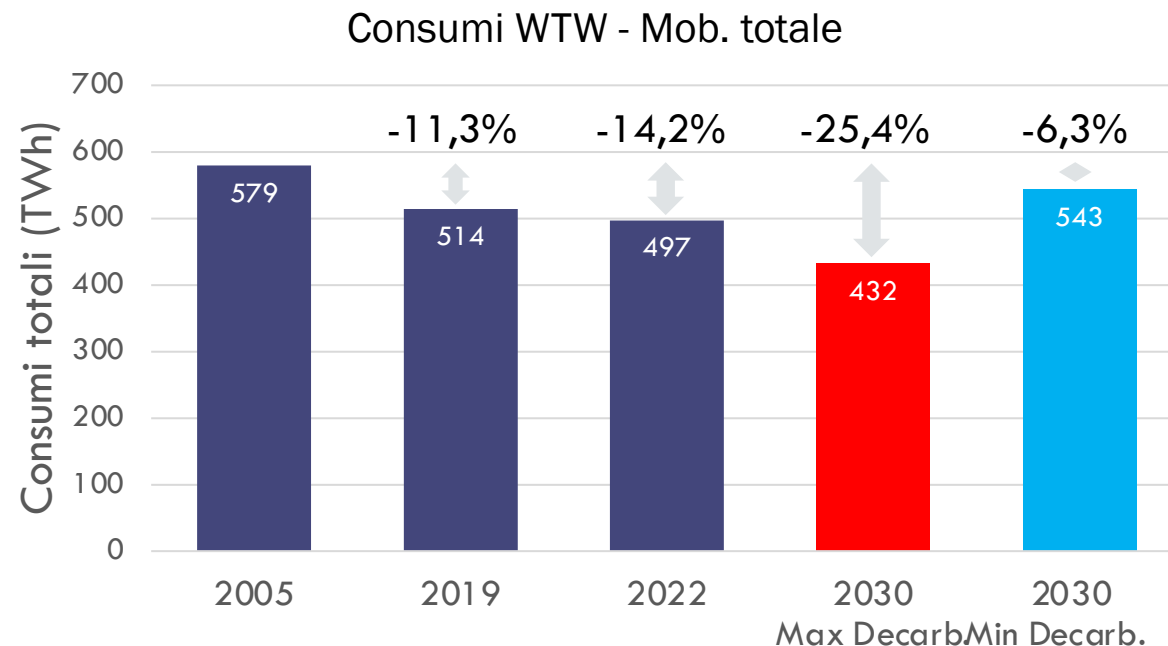
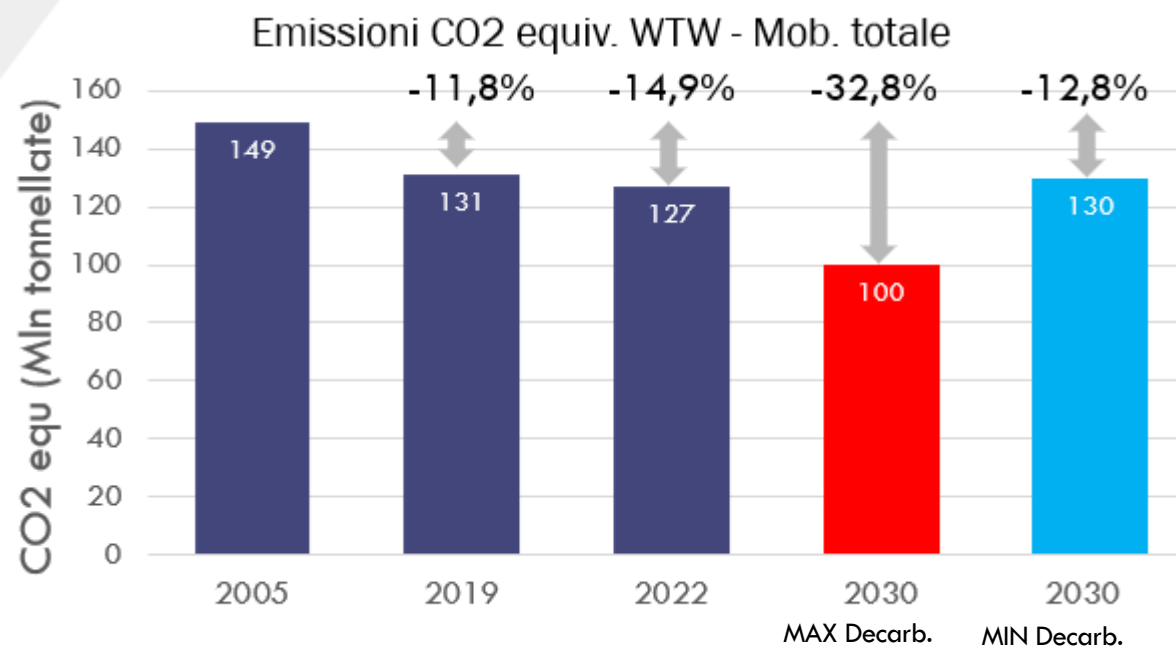


Consumi TTW - Mob. totale



ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

- Secondo un approccio WTW i benefici sulle emissioni per entrambi gli scenari simulati (min decarb. e max decarb.) sarebbero superiori sino a 2,2 punti percentuali per le ipotesi fatte sui biocarburanti
- i benefici sui consumi WTW per entrambi gli scenari simulati (min decarb. e max decarb.) sono più bassi anche perché i veicoli elettrici nei processi WTT (che hanno poi effetto sul WTW) sono poco efficienti

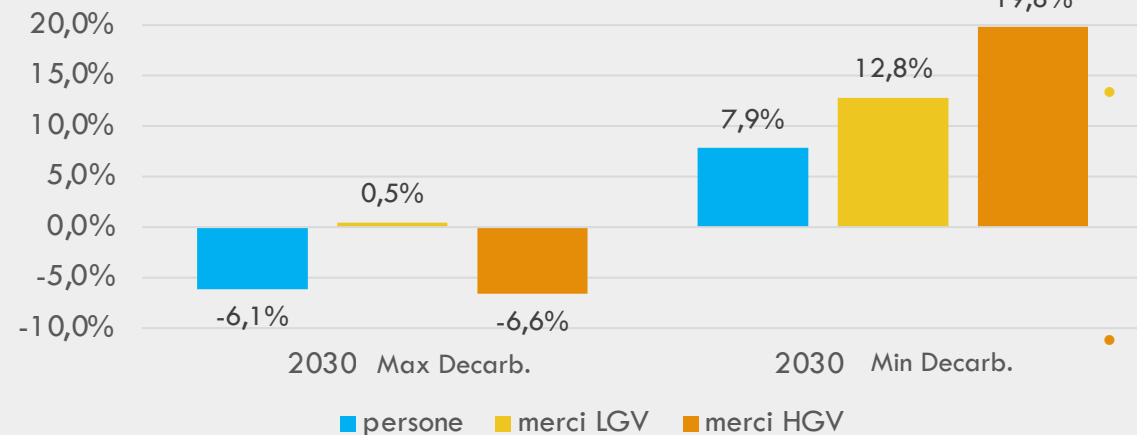


ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

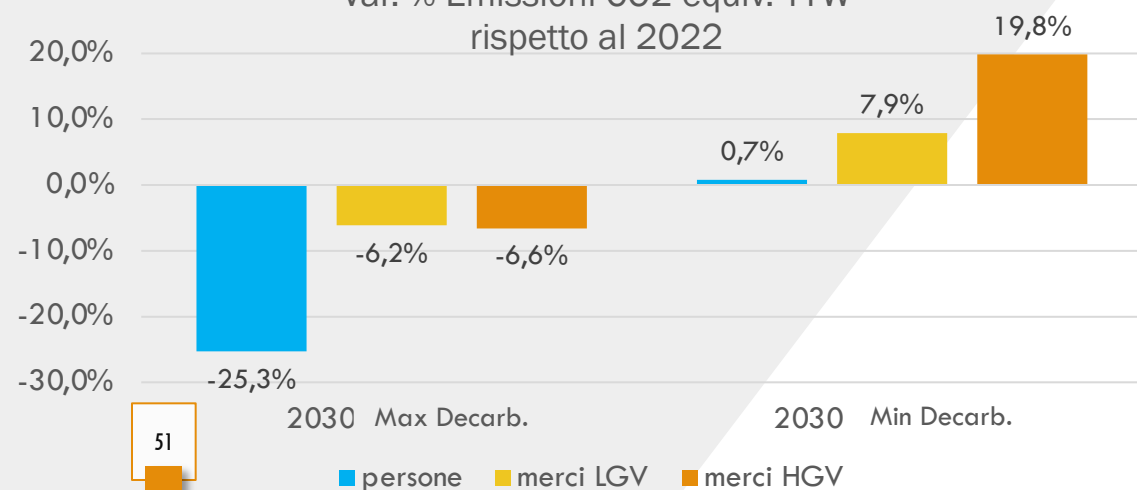
Incidenza molto diversa tra i comparti della mobilità stradale:

- **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 *max 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 *min 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 *max decarbonizzazione* riduzione della domanda (-6,6%) in ragione delle politiche shift modale e delle emissioni di CO2 (-6,6%); nello scenario *min decarbonizzazione* aumento rilevante della domanda (+19,8%) e delle emissioni di CO2 (+19,8%) in assenza di politiche.

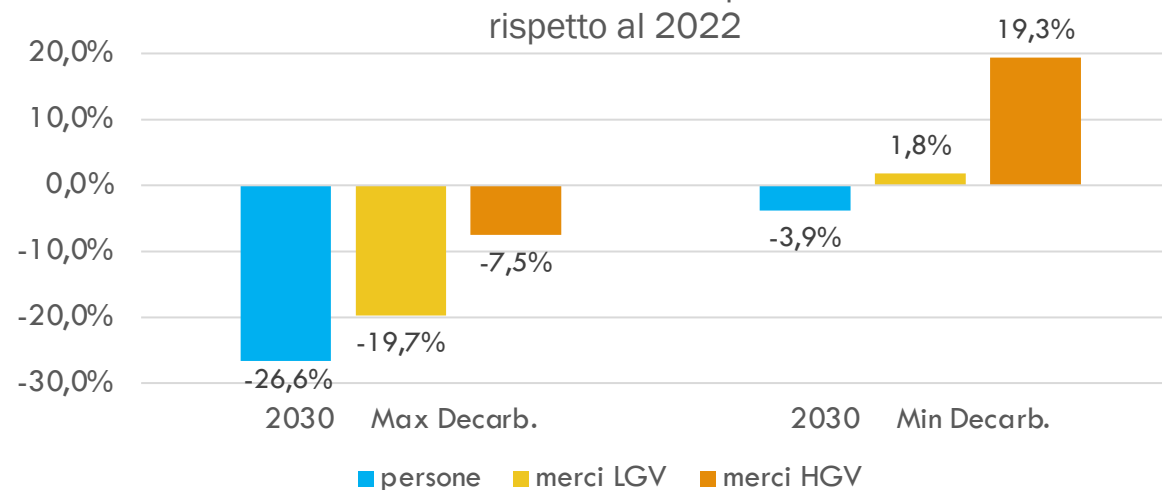
Var. % Veicoli km rispetto al 2022



Var. % Emissioni CO2 equiv. TTW rispetto al 2022

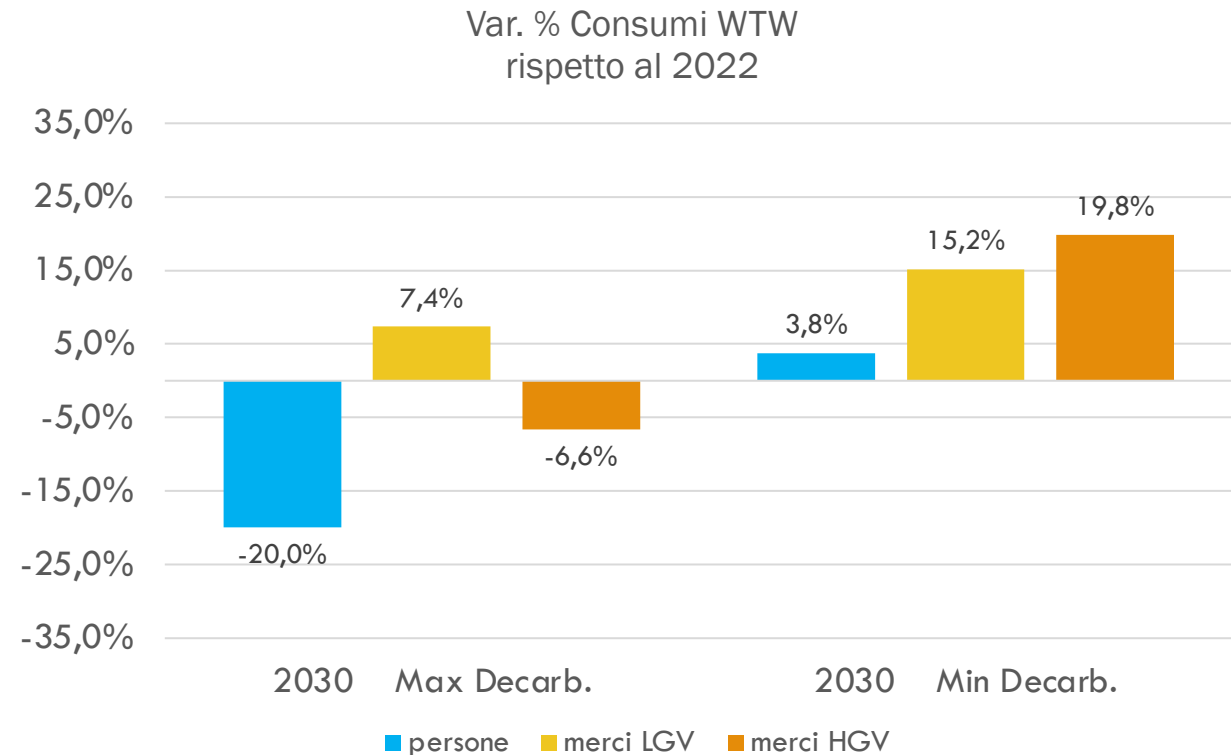
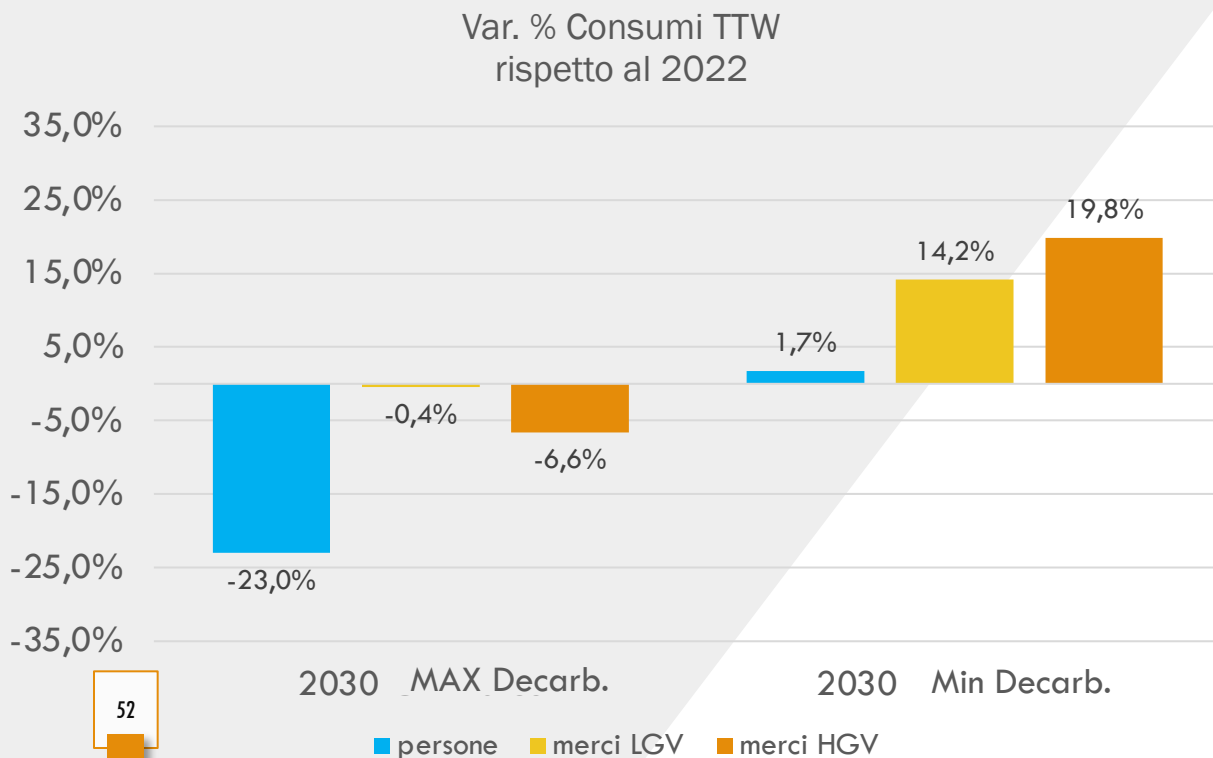


Var. % Emissioni CO2 equiv. WTW rispetto al 2022



ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

- variazioni percentuali dei consumi energetici coerenti con le emissioni e meno pro-riduzione CO₂ 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 rispetto al TTW 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

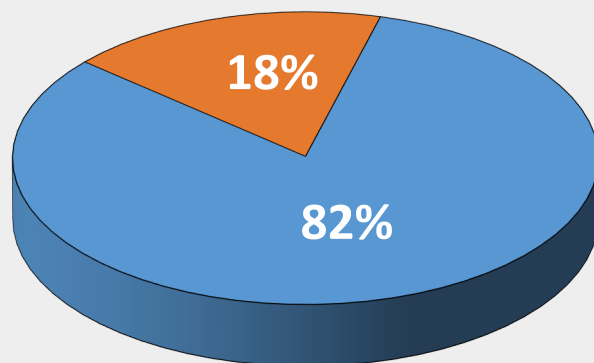


ALCUNI RISULTATI OTTENUTI

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

2019

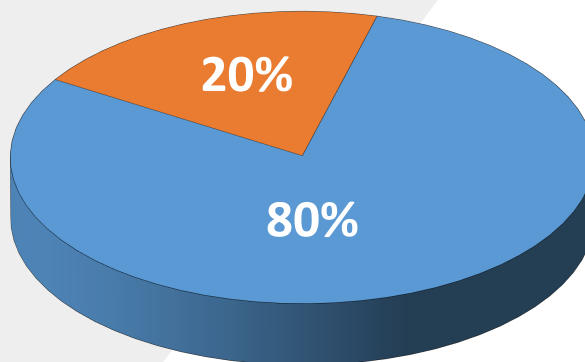
Vehkm



■ Persone ■ Merci

Scenario Min decarb.

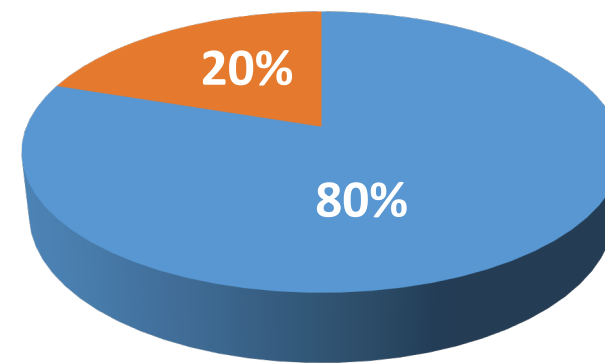
Vehkm



■ Persone ■ Merci

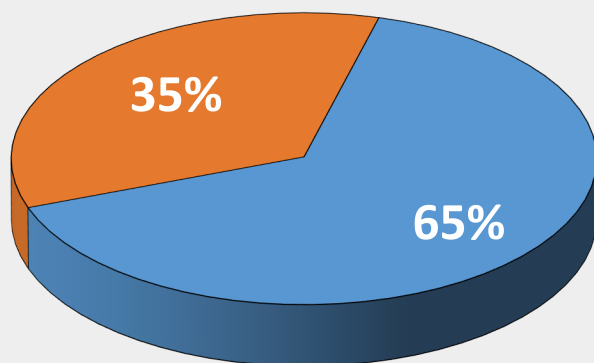
Scenario Max decarb.

Vehkm



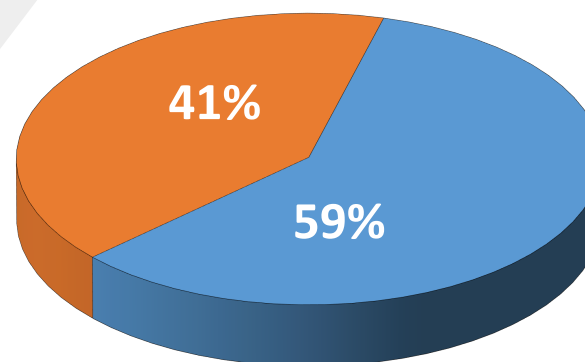
■ Persone ■ Merci

CO2eq



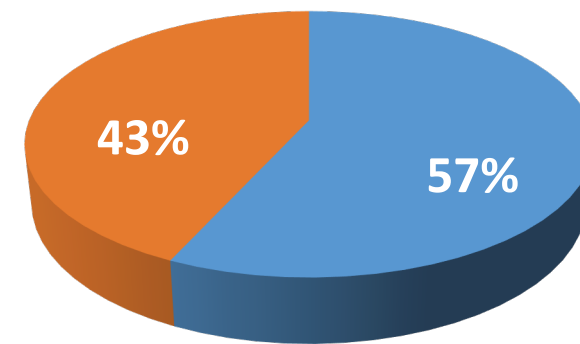
■ Persone ■ Merci

CO2eq



■ Persone ■ Merci

CO2eq



■ Persone ■ Merci

OBIETTIVI DELLA RICERCA

- 1 Stime dell'inventario del traffico (veic/km), dei gas serra (CO₂equiv.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

SCENARIO NON TENDENZIALE: MAX BIOFUEL

Definizione: Aumento dei bio-carburanti in rete (fino a 4,5 ton HVO e 3,5 mil. m³ CBM) preferibilmente per il trasporto merci, e recepimento della RED II anche per il Fit for 55 → CO₂ da biocarburante pari a zero nel TTW

1) REDII: [Direttiva \(UE\) 2018/2001](#)

- «Ogni Stato membro fissa un obbligo in capo ai fornitori di carburante per assicurare che entro il 2030 la quota di energia da fonti rinnovabile sia almeno il 14% del consumo finale di energia nel settore dei trasporti» (Ar. 25)
- «Le emissioni del carburante al momento dell'uso sono considerate pari a 0 per i biocarburanti ed i bio liquidi» (Allegato V). **Le emissioni TTW di CO_{2eq} sono considerate pari a 0 (come i BEV)**

2) Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199 "Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001" – recepisce la direttiva UE per le parti d'interesse riportate nel punto precedente

SCENARIO NON TENDENZIALE: MAX BIOFUEL

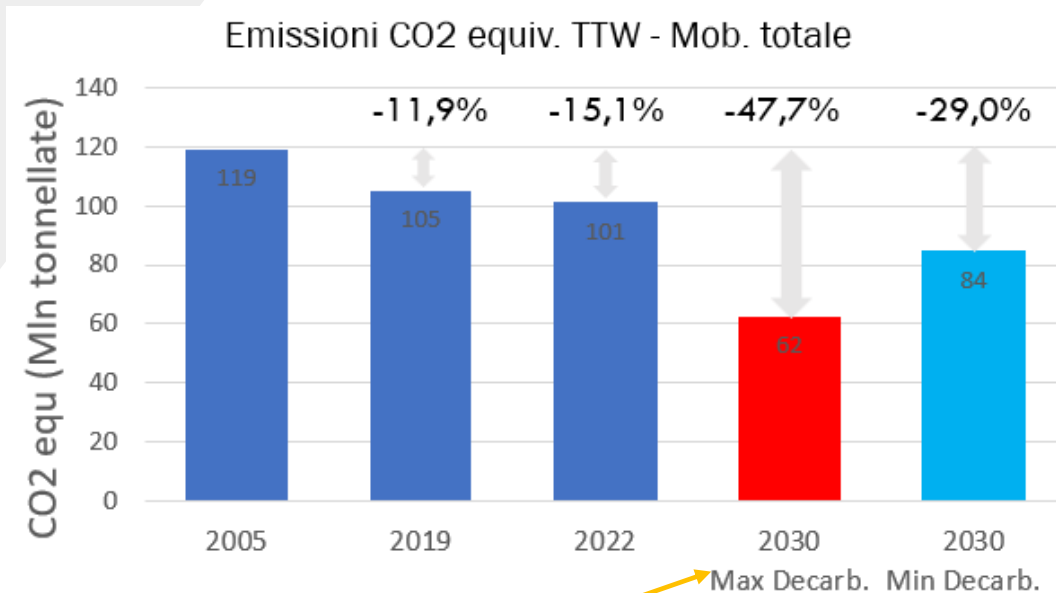
Mobilità delle merci e passeggeri

Ipotesi HVO - Hydrotreated Vegetable Oil²:

- Sostituzione del Gasolio con HVO puro al 100% per le merci pesanti (HGV) Diesel Euro 6 + residuo sulle auto Diesel Euro 6
- Rendimento veicoli HVO supposto pari al rendimento dei corrispondenti veicoli Gasolio
- Ipotesi al 2030: **4,5 milioni di tonnellate (5,8 Mld litri)** ipotizzando una progressiva riconversione di stabilimenti fossili anche non in ITA

Ipotesi CBM - Bio Metano Compresso³:

- Sostituzione del compressed natural gas (CNG) con CBM
- Relativo alle merci leggere (LGV) CNG + residuo 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: **3,5 miliardi di m³** come da tendenze azioni PNRR



L'utilizzo intensivo di HVO&CBM porterebbe, al 2030, una riduzione **complessiva** dell'intero trasporto stradale di circa il **48%** delle emissioni di CO₂eq TTW rispetto al 2005 per lo **scenario max. decarbonizzazione**.

¹ Scenari NON TENDENZIALI di introduzione Biofuels applicati agli scenari ASI di Min e Max decarbonizzazione

² Fattore emissivo WTW applicato all'HVO fonte stime ENI

³ 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)

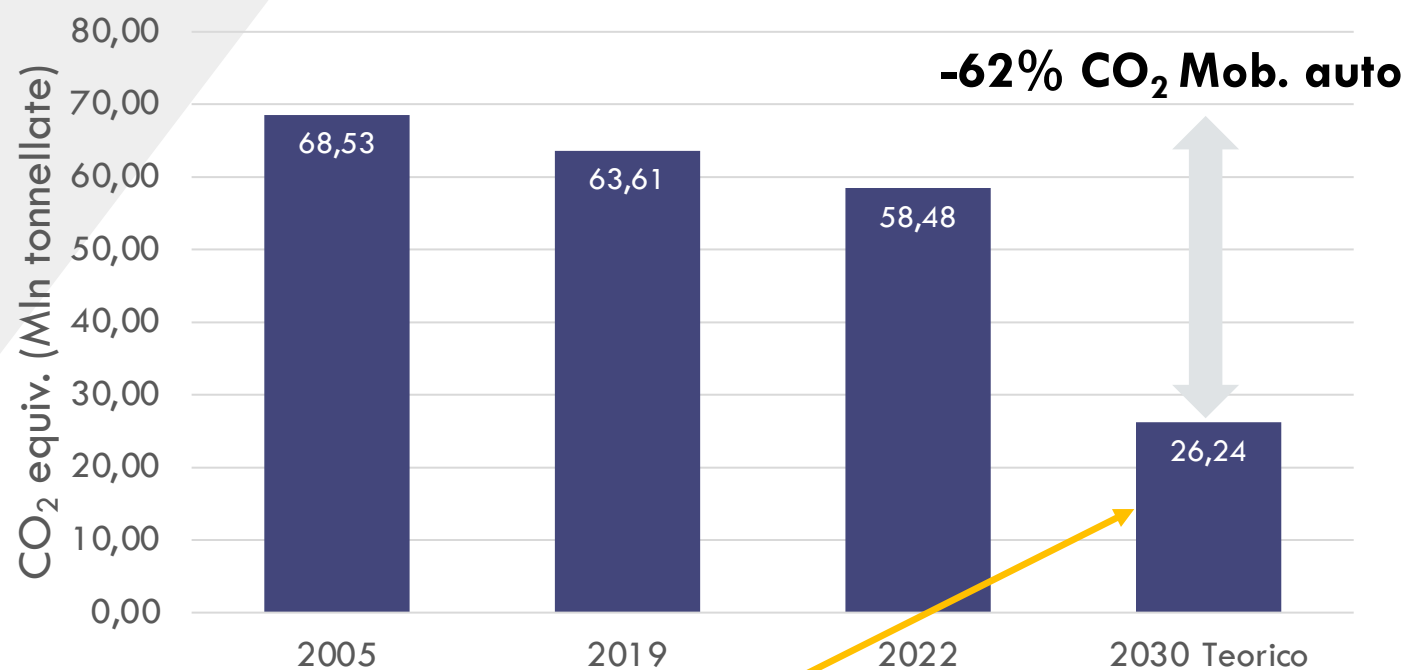
SCENARIO TEORICO: AUTO FULL ELECTRIC (BEV)

Definizione: Immatricolazioni auto sino al 2030 solo per auto full electric (BEV)
(\approx 24 mil. nuove auto)

Ipotesi di scenario:

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

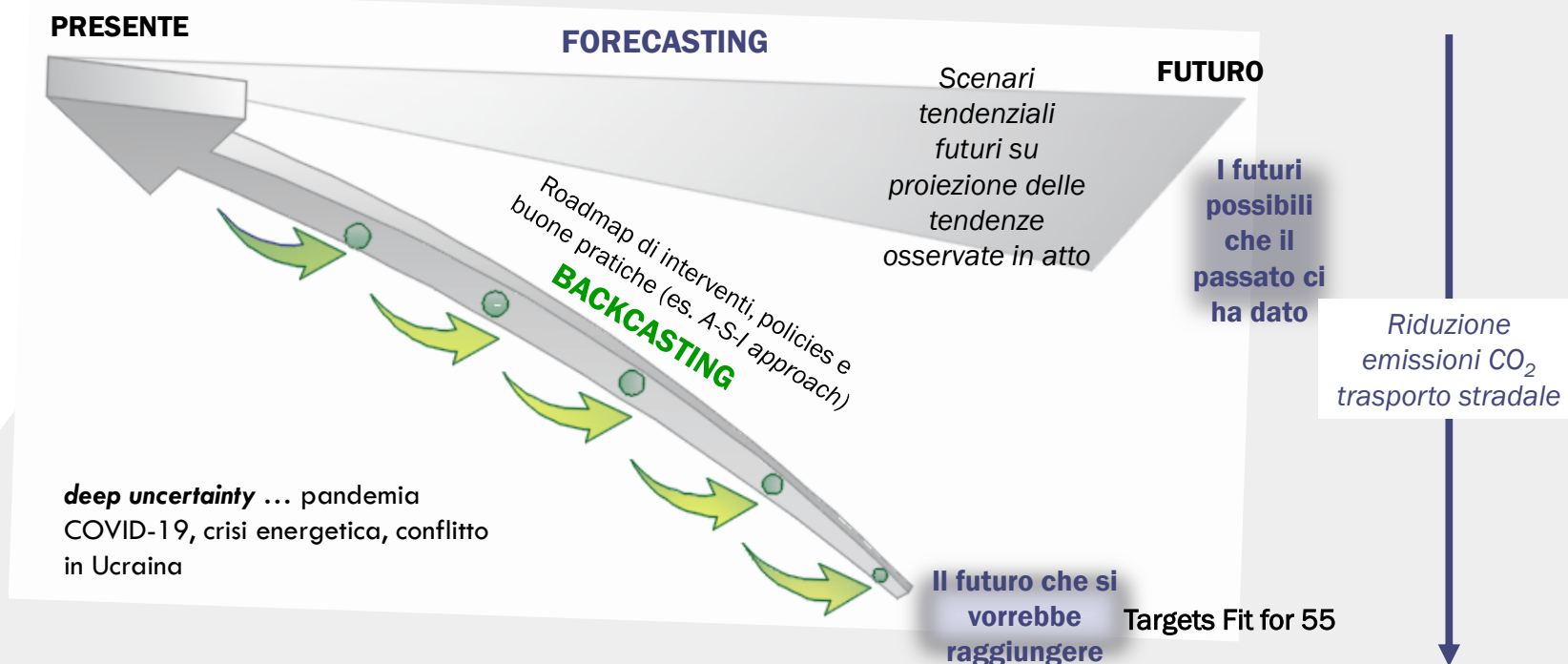
Emissioni CO₂ equiv. TTW - Mobilità auto



-44,5% emissioni CO₂ TTW da trasporto stradale

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



- **Ennio Cascetta** - *responsabile scientifico per conto del Cluster Trasporti*

IL GRUPPO DI LAVORO

- **Armando Cartenì** (*coordinatore GdL*) - Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
- **Mariarosaria Picone** - 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 GdL*) - 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
- **Angela Romano** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, Università di Napoli Federico II
- **Daniela Tocchi** - Dipartimento d'Ingegneria Civile Edile ed Ambientale, 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