

# Workshop

## *Percezione del rischio da incidentalità stradale nei settori professionali e non professionali del trasporto*



POLITECNICO  
MILANO 1863

# I costi sociali dell'incidentalità stradale: un caso studio in Regione Lombardia

27.05.2027 | Fabio Borghetti



## Chi sono?

Ricercatore e docente presso il Laboratorio Mobilità e Trasporti del Politecnico di Milano



Presidente AIIT - Sezione Lombardia

ASSOCIAZIONE ITALIANA  
per l'INGEGNERIA  
del TRAFFICO  
e dei TRASPORTI  
[www.aiit.it](http://www.aiit.it)



## Di cosa mi occupo?

Tutto ciò che «ruota» intorno alla mobilità e ai trasporti di persone e merci (pianificazione, gestione, sicurezza, ecc.)

## Quali obiettivi ci diamo oggi?



Creare conoscenza



Fare sistema



Spunti di riflessione

## Quali sfide nella mobilità e i trasporti?



Sicurezza

Sostenibilità

Resilienza



# Agenda

- **I numeri dell'incidentà stradale: il contesto nazionale**
- Il caso studio della Strada Statale SS36



## Cos'è un sistema di mobilità?

### UTENTI

- Pedoni
- Ciclisti
- Automobilisti
- Utenti del trasporto pubblico
- Trasporto merci

### SERVIZI

- Trasporto pubblico locale
- Servizi di sharing
- Taxi e servizio di trasporto privato
- Logistica urbana

### MODALITÀ DI TRASPORTO

- Trasporto privato
- Trasporto pubblico
- Mobilità attiva
- Mobilità condivisa

### OBIETTIVI DEL SISTEMA

- Spostamento di persone e merci nello spazio e nel tempo
- Accessibilità
- Sicurezza e resilienza
- Efficienza
- Riduzione della congestione e delle emissioni
- Sostenibilità ambientale

### INFRASTRUTTURE

- Rete stradale
- Rete ferroviaria
- Infrastrutture ciclabili
- Infrastrutture pedonali
- Nodi di interscambio

### TECNOLOGIE

- App di mobilità e informazione
- ITS (Sistemi di Trasporto Intelligenti)
- Big data, IoT e sensori
- Veicoli elettrici

### GESTIONE E REGOLAZIONE

- Segnaletica stradale
- Controllo del traffico
- Regole e pianificazione

## Quali e quanti sono i soggetti coinvolti nel processo decisionale?

### Istituzioni

Ministeri, Regione,  
Province, Comuni, Agenzie

### Pianificazione e progetto

urbanistica, mobilità, gestione  
dello spazio

### Decisioni per la sicurezza stradale

priorità, risorse, regole,  
controlli, progetto

### Infrastrutture e controlli

gestori stradali, polizie,  
segnaletica,  
manutenzione

### Operatori del trasporto

TPL, sharing, logistica,  
imprese

### Sanità, dati e assicurazioni

First responder, ospedali, analisi  
sinistri, ricerca, osservatori

### Società civile e utenti

cittadini, scuole,  
associazioni, utenti fragili

## Quali e quanti sono i soggetti coinvolti nel processo decisionale?

### PUNTI DI VISTA

- Sicurezza: ridurre morti e feriti gravi
- Accessibilità/inclusione: garantire mobilità a tutti
- Efficienza: tempi di viaggio e affidabilità
- Equità: protezione degli utenti più fragili/vulnerabili
- Sostenibilità: emissioni, rumore, spazio urbano
- Fattibilità: costi, tempi, consenso e controllabilità

### PERCHÉ IL SISTEMA È COMPLESSO

- Le competenze sono distribuite su **livelli diversi**
- Gli obiettivi possono entrare in **conflitto** tra loro
- Gli effetti delle scelte si manifestano in **tempi diversi**
- Nessun soggetto **dispone da solo** di tutti i dati e delle leve

La sicurezza stradale è un *“problema”* multi-attore e multi-obiettivo; richiede coordinamento istituzionale, priorità esplicite e dati condivisi

## Premesse e motivazioni

### Criticità della sicurezza stradale

- Ogni anno circa 1,35 milioni di persone muoiono a causa di incidenti stradali.
- L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile ha fissato l'ambizioso obiettivo di dimezzare entro il 2020 il numero globale di morti e feriti per incidenti stradali.
- Gli incidenti stradali costano alla maggior parte dei Paesi il 3% del PIL - Prodotto Interno Lordo.
- Più della metà dei decessi per incidenti stradali riguarda utenti vulnerabili della strada: pedoni, ciclisti e motociclisti.
- Il 93% delle vittime della strada nel mondo si registra nei Paesi a basso e medio reddito, pur avendo questi circa il 60% dei veicoli mondiali.
- Le lesioni da incidente stradale sono la principale causa di morte per bambini e giovani adulti tra i 5 e i 29 anni.



L'UE ha confermato il suo ambizioso obiettivo di lungo periodo: avvicinarsi a zero morti entro il 2050 ("Vision Zero")





EU ROAD SAFETY POLICY FRAMEWORK 2021 - 2030

## Next steps towards 'Vision Zero'



Mobility and  
Transport



**Mims**

Ministero delle infrastrutture  
e della mobilità sostenibili

Documento Strategico della mobilità stradale  
(2022-2026)

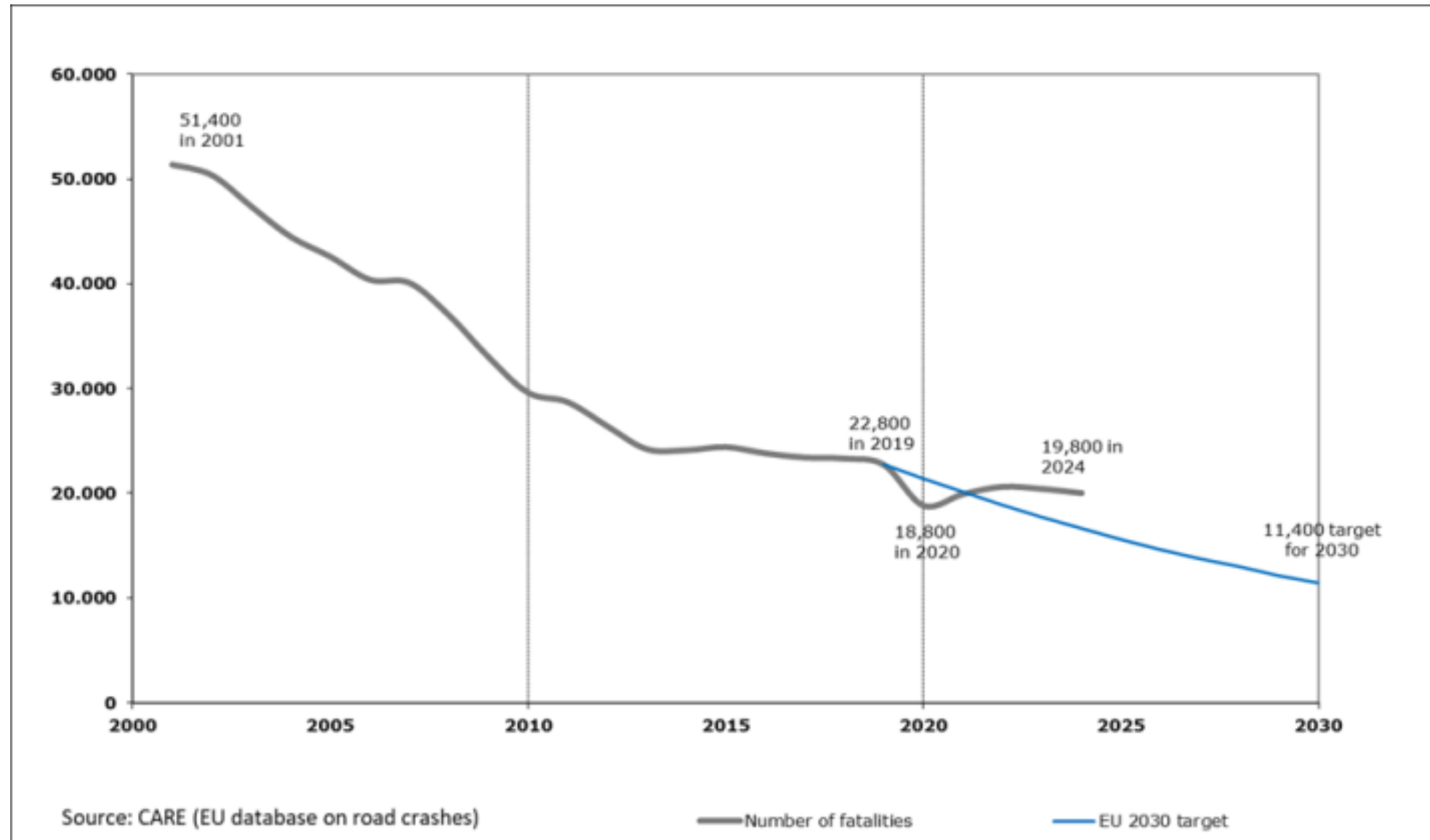


Annual statistical  
report on road safety  
in the EU 2025



Mobility and  
Transport

## Andamento del numero di vittime della strada nell'UE



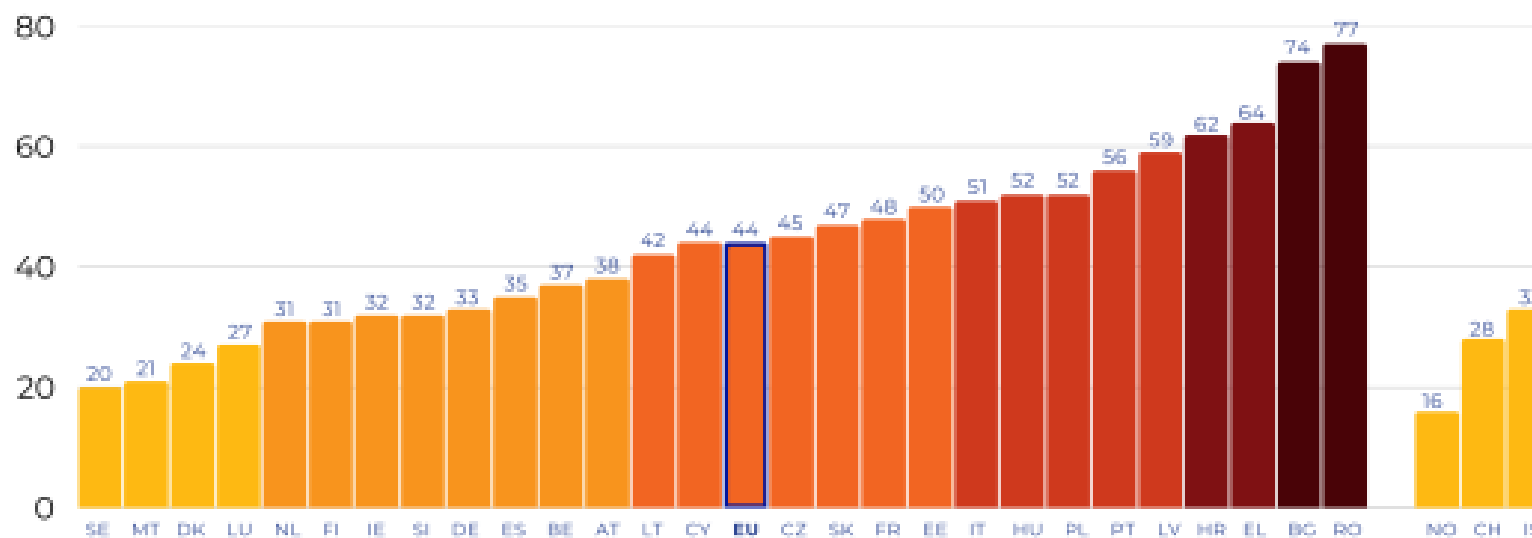
## Numero di vittime della strada per milione di abitanti per paese

### PRELIMINARY 2024 EU ROAD SAFETY STATISTICS

SUSTAINABLE &amp; SMART MOBILITY STRATEGY

ROAD SAFETY

Number of road fatalities per million inhabitants by country

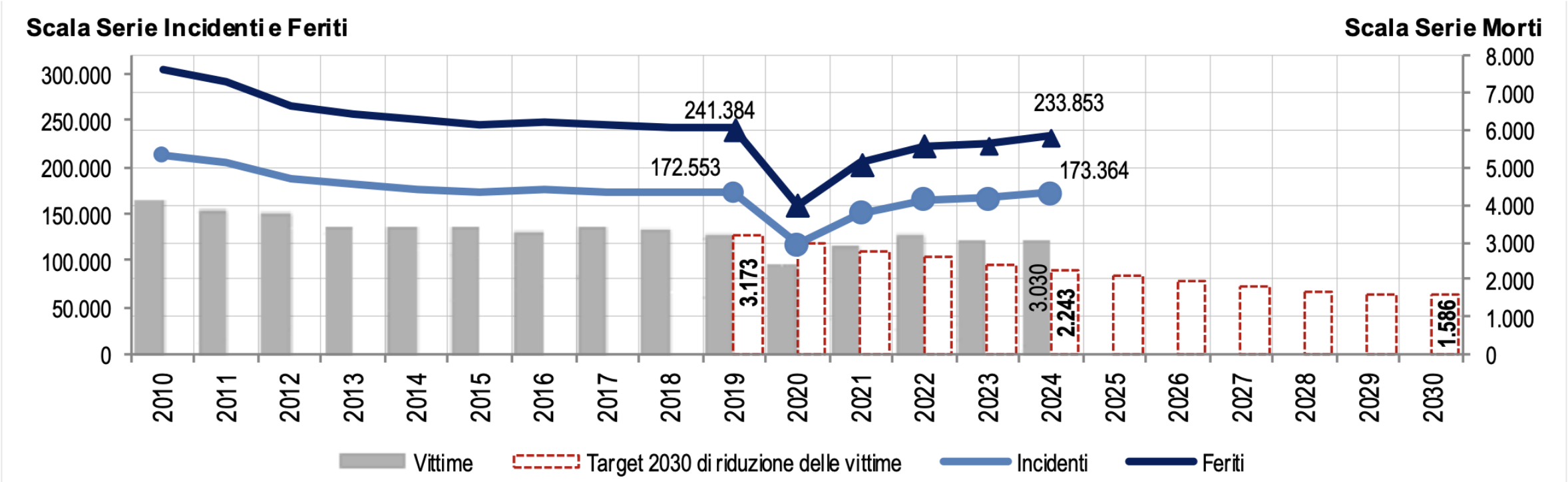


Source: CARE (EU database on road crashes)



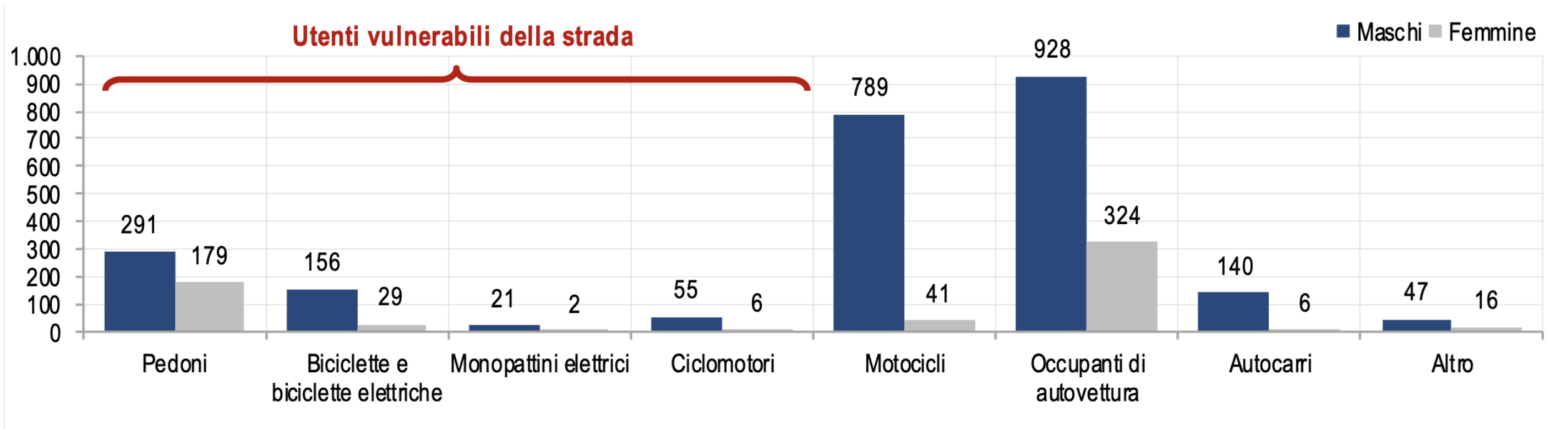
Incidenti stradali in Italia

FIGURA 1. INCIDENTI STRADALI CON LESIONI A PERSONE, MORTI E FERITI. Anni 2010-2024 e target 2030, valori assoluti



## Incidenti stradali in Italia

**FIGURA 5. MORTI IN INCIDENTE STRADALE PER TIPO DI UTENTE DELLA STRADA E GENERE (a). Anno 2024, valori assoluti**



(a) Sono inclusi nella categoria Autocarri e motrici: Autocarri, Autotreni con rimorchio, Autosnodati o autoarticolati, Veicoli speciali, Trattori stradali o motrici. Sono inclusi nella categoria Altri utenti della strada: Autobus o filobus in servizio urbano, Autobus di linea o non di linea in extraurbana, Tram, Macchine agricole, Motocarri e motofurgoni, Veicoli a trazione animale o a braccia, Veicoli ignoto perché datisi alla fuga, Quadricicli.

Incidenti stradali in Italia

FIGURA 11. INCIDENTI STRADALI PER ORA DEL GIORNO E TIPO GIORNO. Anno 2024 valori percentuali (a)

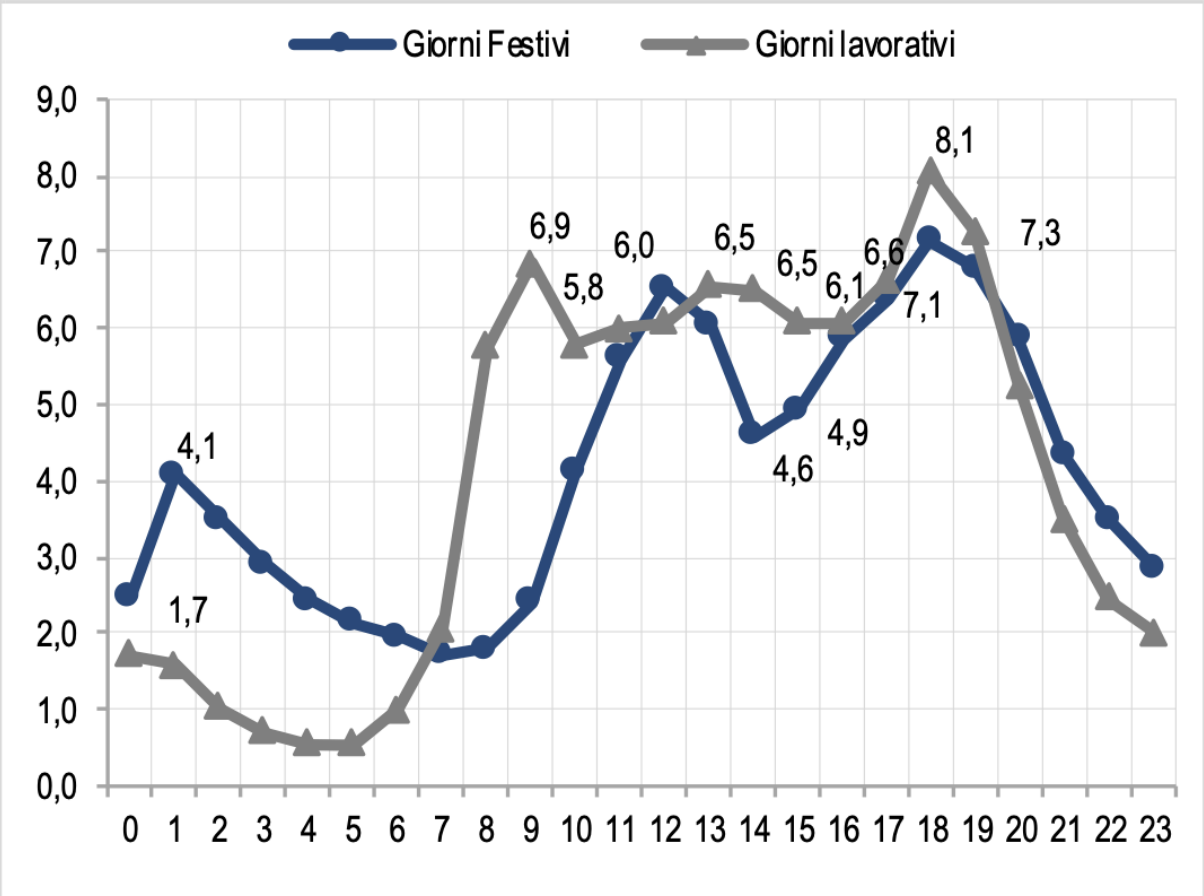
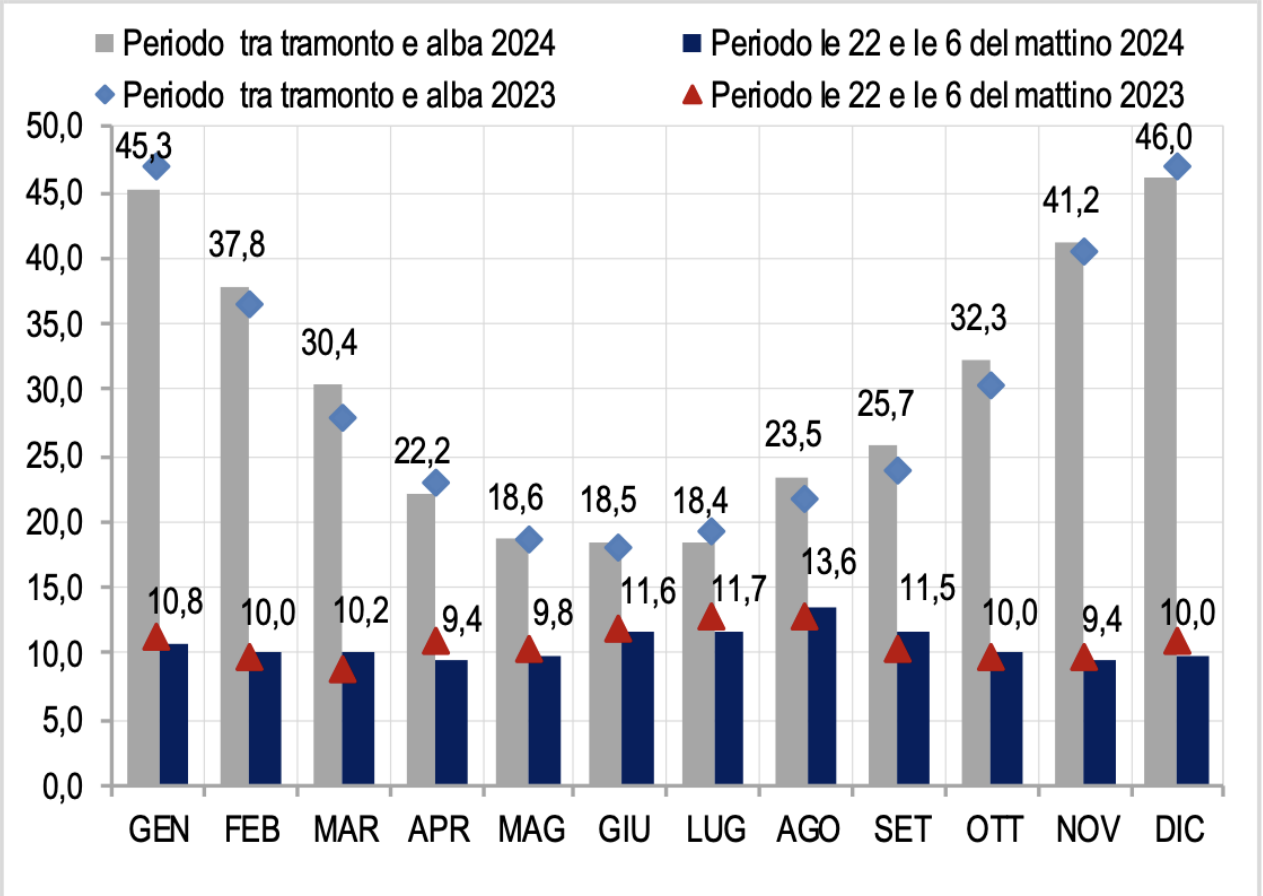


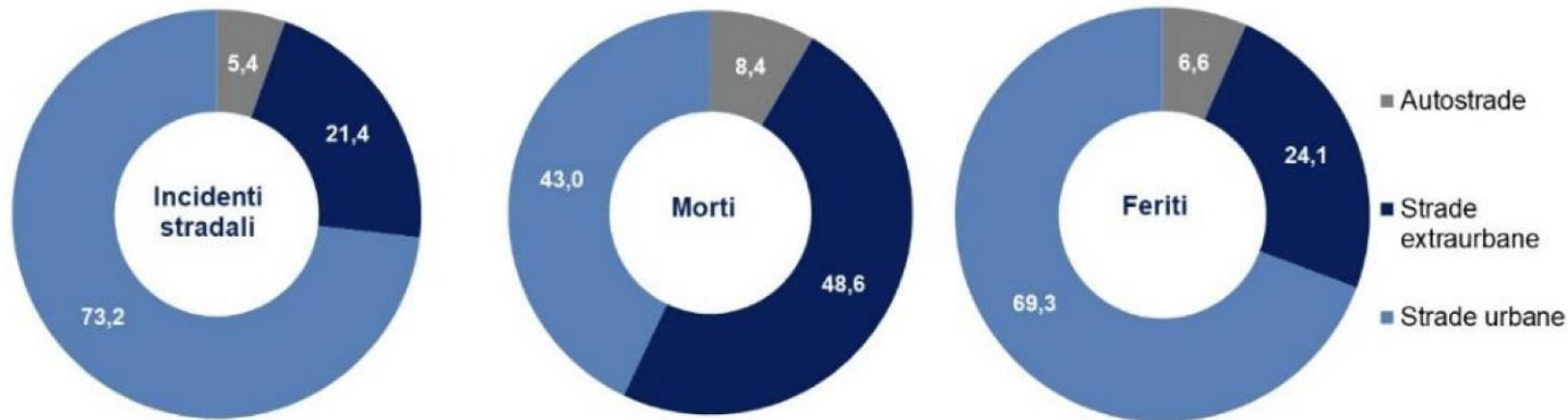
FIGURA 12. INCIDENTI STRADALI PER MESE E PERIODO DEL GIORNO. Anni 2024 e 2023 valori percentuali (b)



(a) Ora arrotondata (cfr. Nota metodologica). (b) Periodo convenzionalmente definito notturno tra le ore 22,01 e le 6,00.

## Incidenti stradali in Italia

**FIGURA 8. INCIDENTI STRADALI CON LESIONI A PERSONE, MORTI E FERITI PER CATEGORIA DI STRADA (a). Anno 2024, valori percentuali.**



(a) Sono incluse nella categoria "Strade urbane" anche le Provinciali, Statali e Regionali entro l'abitato. Sono incluse nella categoria "Strade extraurbane", le strade Statali, Regionali e Provinciali fuori dall'abitato e Comunali extraurbane.

## Costo Sociale Medio Annuo dell'incidentalità stradale

Per identificare le sezioni critiche della rete, attraverso un parametro che sintetizza il fenomeno dell'incidentalità, è stato considerato il **Costo Sociale Medio Annuo (CSMA)**.

Il costo sociale degli incidenti rappresenta l'insieme delle perdite economiche e sociali generate da tali eventi, comprese le componenti sanitarie, produttive, amministrative e morali.

La formula utilizzata per calcolare il Costo Sociale Medio Annuo è:

$$\text{CSMA} = \text{CMF} * \text{NI} + \text{CMD} * \text{NV} + \text{CMI} * \text{NI}$$

- ✓ CMF: Costo medio per ferito (€ 42.219)
- ✓ NI: Numero di feriti
- ✓ CMD: Costo medio per decesso (€ 1.503.990)
- ✓ NV: Numero di vittime
- ✓ CMI: Costo medio generale per incidente (€ 10.986)
- ✓ NI: Numero di incidenti



## Costo Sociale Medio Annuo dell'incidentalità stradale

Il **costo sociale** di un decesso in un incidente stradale viene calcolato considerando diversi aspetti, suddivisi in tre categorie principali:

Costi **economici diretti**: sono i costi immediati e quantificabili derivanti dall'incidente

- Costi sanitari: soccorso medico d'emergenza, trasporto in ambulanza, cure ospedaliere, autopsia.
- Costi amministrativi: spese per intervento delle forze di polizia, procedimenti legali, perizie.
- Costi di ripristino: rimozione di veicoli e detriti, riparazione delle infrastrutture danneggiate.

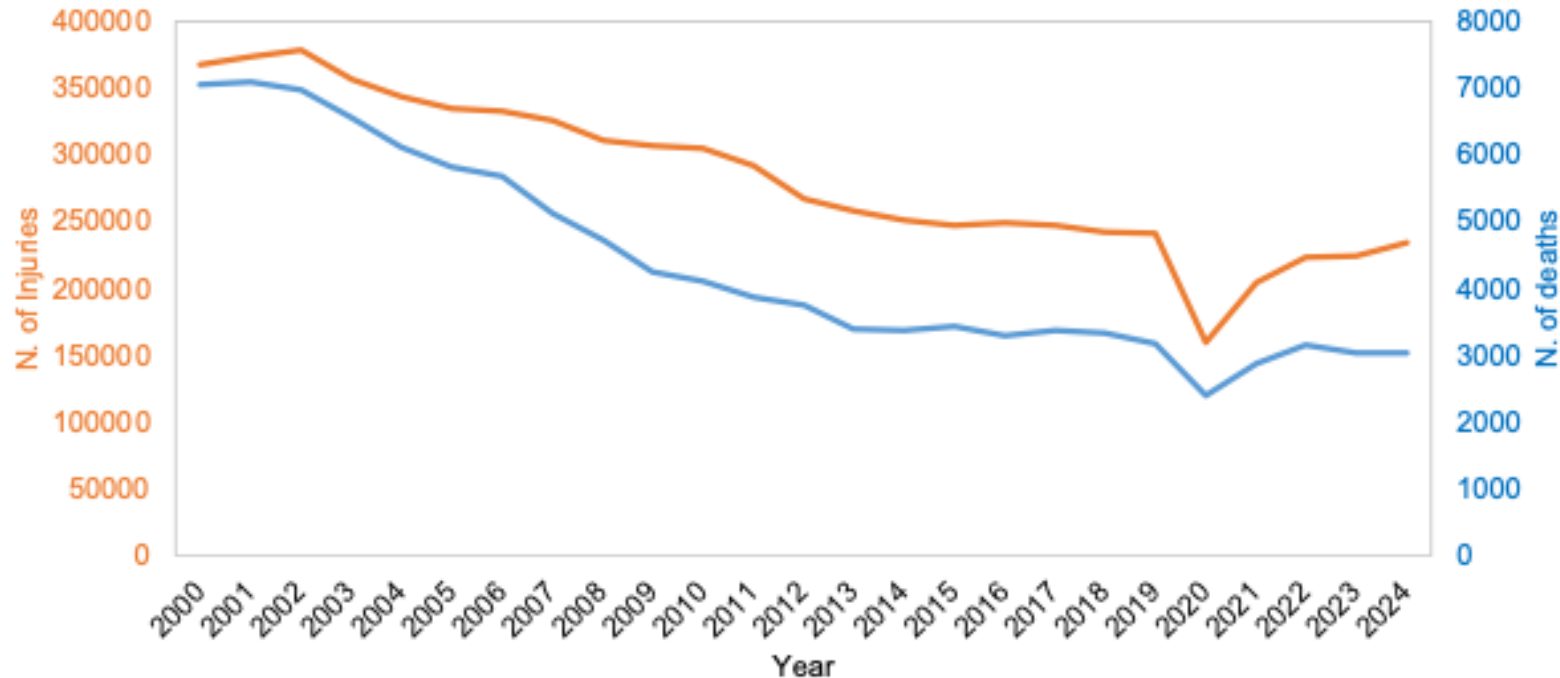
Costi **economici indiretti**: derivano dalla perdita di produttività della vittima e dall'impatto sull'economia

- Perdita di produttività lavorativa: reddito che la vittima avrebbe percepito nel corso della vita lavorativa.
- Impatto sulle imprese: riduzione della produttività se la vittima era un lavoratore attivo.
- Costo per i familiari e la comunità: tempo perso dai familiari per gestire pratiche e perdita di reddito domestico.

Costi **intangibili** (moralì e psicologici): sono i più difficili da quantificare, ma rappresentano una parte importante del danno sociale

- Dolore e sofferenza per familiari e amici
- Impatto psicologico e stress post-traumatico per testimoni, soccorritori e altre persone coinvolte.
- Riduzione della qualità della vita delle persone colpite.

## Andamento del numero di decessi e feriti per incidenti stradali in Italia



- ✓ CMF: Costo medio per ferito (€ 42.219)
- ✓ NI: Numero di feriti
- ✓ CMD: Costo medio per decesso (€ 1.503.990)
- ✓ NV: Numero di vittime
- ✓ CMI: Costo medio generale per incidente (€ 10.986)
- ✓ NI: Numero di incidenti

$$\text{CSMA} = \text{CMF} * \text{NI} + \text{CMD} * \text{NV} + \text{CMI} * \text{NI}$$

$$\text{ANNO 2000: CSMA} = € 42,219 * 367,074 + € 1,503,990 * 7,061 + € 10,986 * 256,546 = \mathbf{28.935.584.952 \text{ €}}$$

$$\text{ANNO 2024: CSMA} = € 42,219 * 233,853 + € 1,503,990 * 3,030 + € 10,986 * 173,364 = \mathbf{16.334.706.411 \text{ €}}$$

$$\text{Differenza} = \mathbf{28.935.584.952 \text{ €} - 16.008.451.989 \text{ €} = 12.600.878.541 \text{ €}}$$

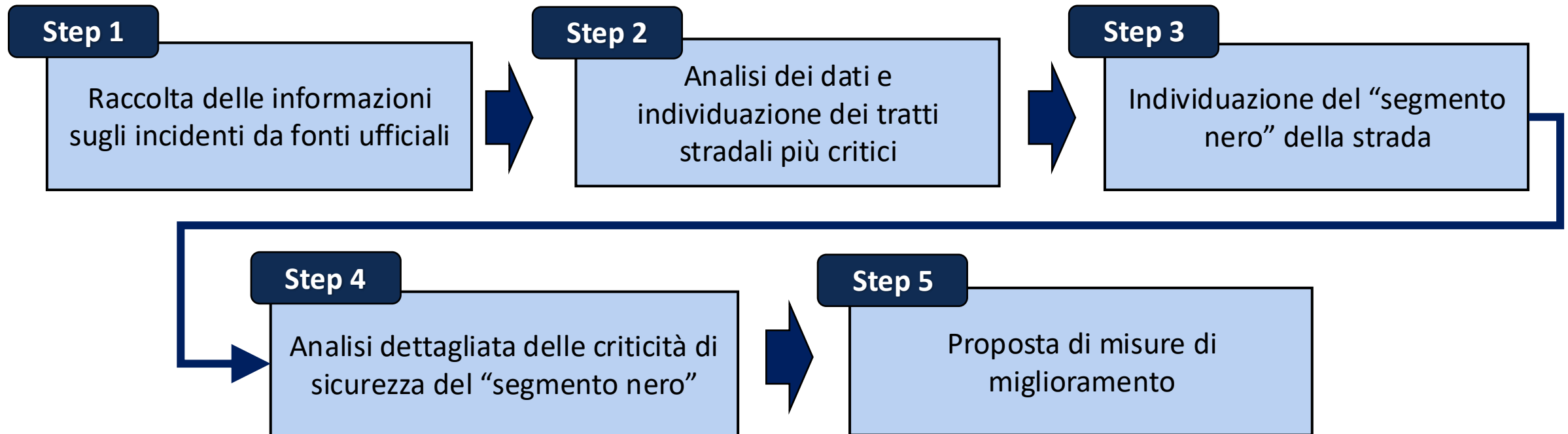
# Agenda

- I numeri dell'incidentà stradale: il contesto nazionale
- **Il caso studio della Strada Statale SS36**



## Metodo di analisi

La semplicità d'uso del metodo consente di individuare i tratti stradali più critici, così da allocare le risorse in modo più efficiente e prioritario



Rappresenta un sistema di supporto alle decisioni in grado di aiutare sia i soggetti pubblici sia quelli privati, come gestori stradali e amministratori coinvolti nella sicurezza stradale

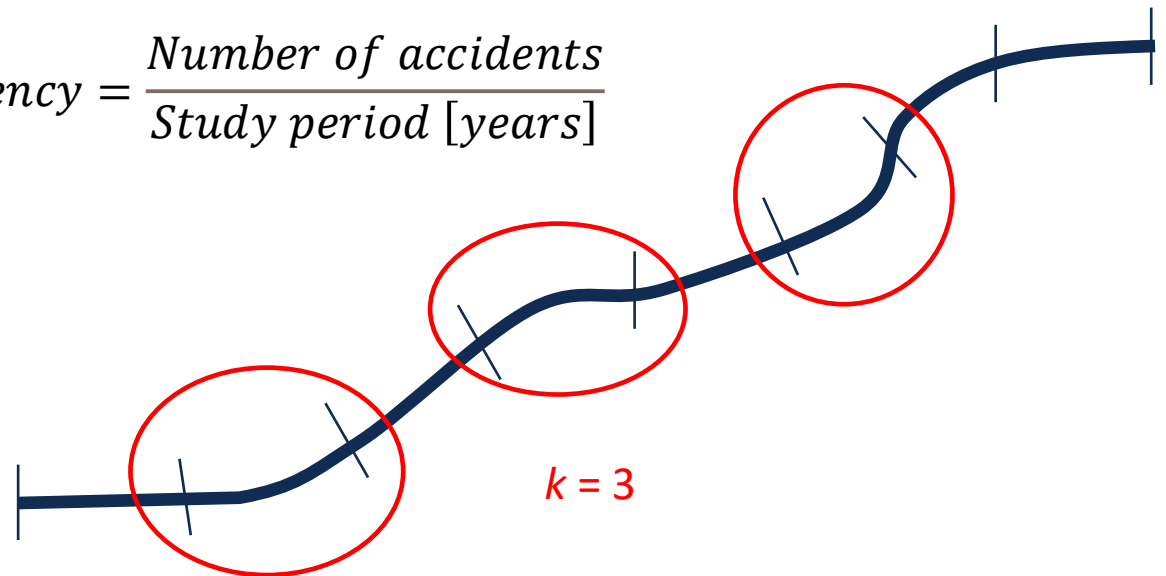
## Metodo di analisi

Lo **Step 1** riguarda la raccolta dei dati sugli incidenti stradali da fonti statistiche ufficiali. Tali dati di norma contengono localizzazione e tipologia dell'incidente, numero di persone coinvolte e relative conseguenze, caratteristiche della strada e del sito, ecc. Deve essere considerato un periodo di studio di almeno 3-5 anni.

Lo **Step 2** individua i segmenti con la più alta frequenza di incidenti. L'intera strada viene suddivisa in segmenti di lunghezza fissa (ad es. un chilometro ciascuno) e, per ogni segmento, viene valutata la frequenza di incidentalità:

$$\text{Road accident frequency} = \frac{\text{Number of accidents}}{\text{Study period [years]}}$$

solo i primi  $k$  segmenti con la più alta frequenza di incidenti passano alle fasi successive



## Metodo di analisi

Lo **step 3** mira a individuare il “segmento nero” tra i  $k$  segmenti. Viene considerato un insieme di 5 Key Performance Indicators (KPI):

$$1) \text{ Road Accident Rate} = \frac{\text{Number of accidents}}{10^8 \text{ vehicles} * \text{km}}$$

$$2) \text{ Social Cost Index} = \frac{\text{social costs [€]}}{\text{study period [years]}}$$

$$3) \text{ Mortality Index} = \frac{\text{Number of fatalities}}{100 \text{ accidents}}$$

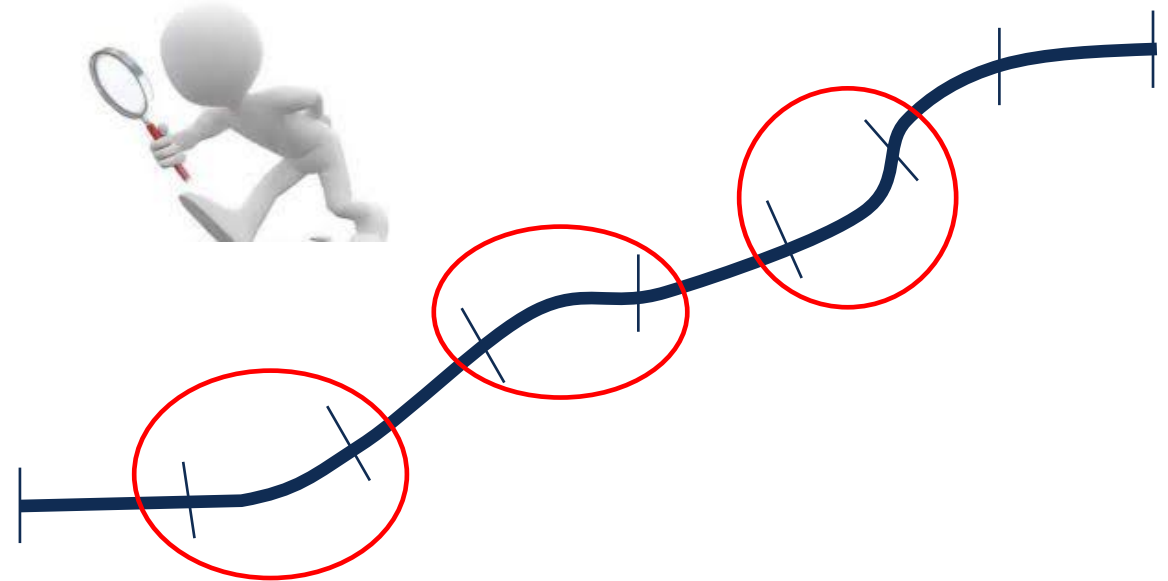
$$4) \text{ Severity Index} = \frac{\text{Number of fatalities}}{\text{Number of injuries}}$$

$$5) \text{ Injury Index} = \frac{\text{Number of injuries}}{100 \text{ accidents}}$$



### Confronto a cascata

Se più segmenti hanno lo stesso valore di KPI o i dati non sono sufficienti per calcolarlo, si considera il KPI successivo e si ripete la stessa procedura.



## Metodo di analisi

Lo **step 4** fornisce una valutazione specifica delle caratteristiche infrastrutturali e operative del segmento nero

**Localizzazione dell'incidente:** posizione effettiva dell'incidente (ad es. carreggiata, direzione di marcia, ecc.) e tipologia del sito (ad es. curva, intersezione, galleria, pendenza longitudinale e trasversale, ecc.)

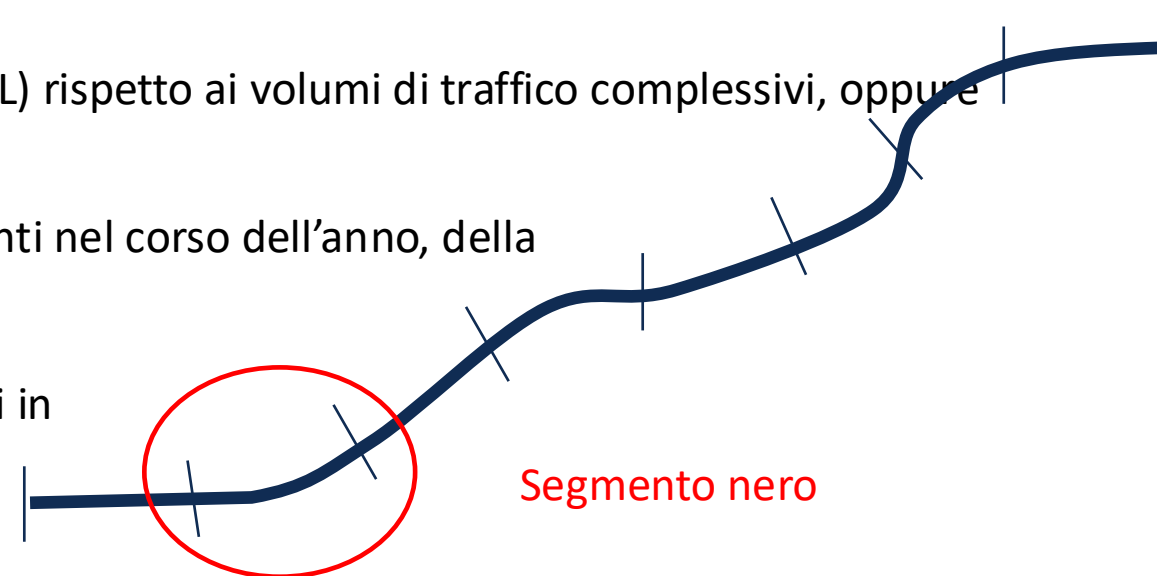
**Caratteristiche progettuali del segmento:** sezione trasversale (ad es. numero di carreggiate e corsie, ecc.), segnaletica stradale (ad es. corsia di sorpasso, ecc.) e condizioni della pavimentazione (ad es. tipo di pavimentazione, manutenzione superficiale, ecc.)

**Comportamento dei conducenti e violazioni:** comportamenti degli utenti che generano criticità di sicurezza, dinamica degli incidenti, ecc.

**Tipologia di veicoli coinvolti:** quota di veicoli pesanti (VP) e leggeri (VL) rispetto ai volumi di traffico complessivi, oppure specifiche tipologie di veicolo

**Periodo temporale dell'incidente:** distribuzione del numero di incidenti nel corso dell'anno, della settimana e nelle diverse ore del giorno

**Effetto delle condizioni di traffico e meteo:** occorrenza degli incidenti in relazione alle condizioni meteorologiche e ai flussi di traffico



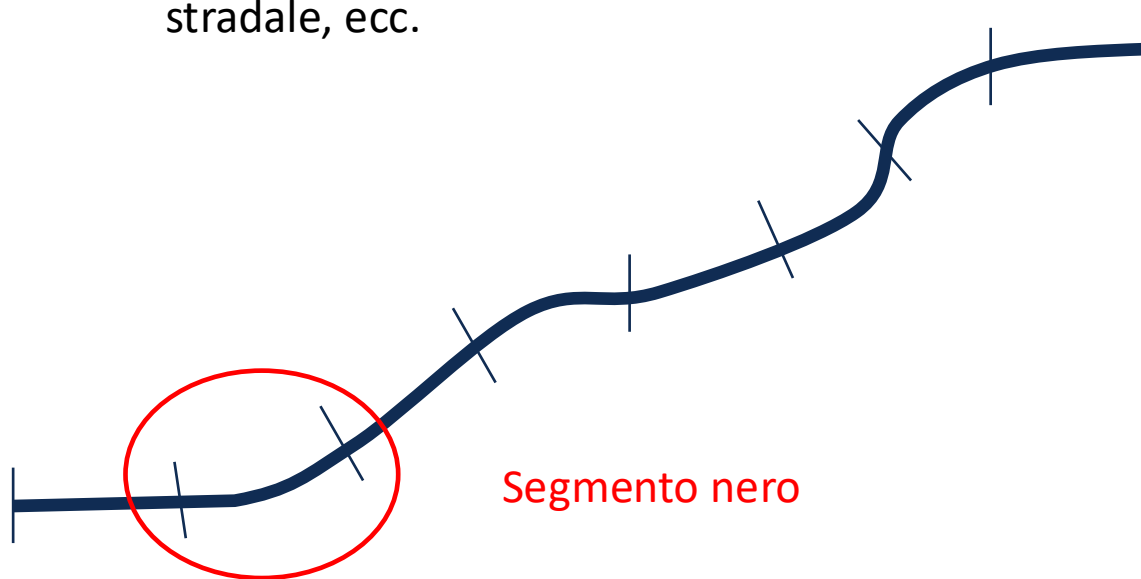
## Metodo di analisi

Lo **step 5** riguarda la proposta di misure correttive finalizzate a migliorare le prestazioni di sicurezza del “segmento nero”

La scelta degli interventi è strettamente legata agli aspetti emersi nella fase precedente e può includere:

Interventi di gestione stradale (ad es. modifica dei limiti di velocità, introduzione di divieti di sorpasso, restrizioni per alcune tipologie di veicoli, ecc.).

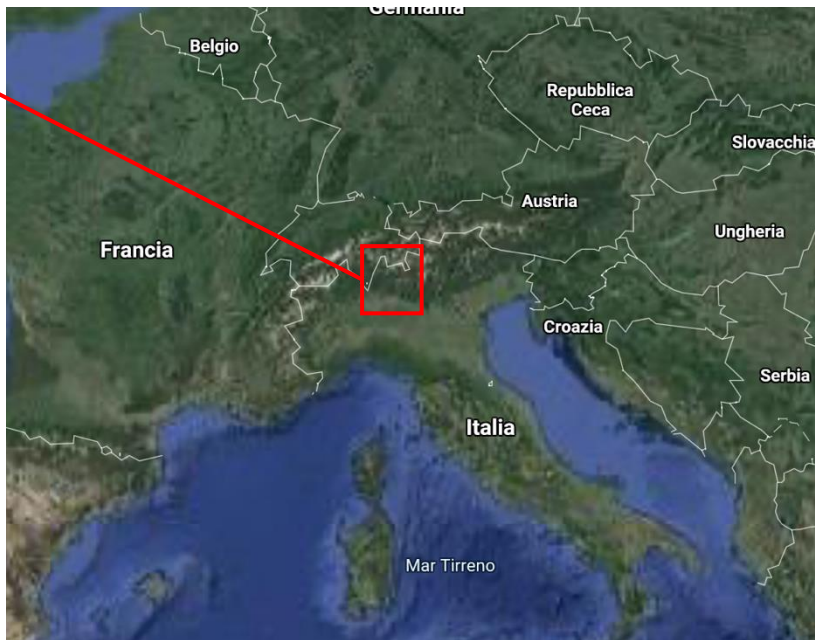
Interventi infrastrutturali (ad es. rifacimento della pavimentazione, introduzione di nuova segnaletica stradale, ecc.).



## Caso studio: strada statale 36

La Strada Statale 36 (SS 36) del Lago di Como e dello Spluga è lunga circa 141 km, si estende da Milano al Passo dello Spluga e rappresenta il principale accesso alla Valtellina dalla Svizzera.

È considerata una delle strade più trafficate d'Italia, con un Traffico Giornaliero Medio (ADT) compreso tra 19.723 e 73.095 veicoli al giorno.



La SS 36 ha registrato un elevato numero di incidenti stradali (350 nel 2019), tanto da essere considerata una delle infrastrutture più critiche della Regione Lombardia

## Caso studio: strada statale 36

L'infrastruttura stradale è composta da due carreggiate separate, con 2-3 corsie per direzione di marcia

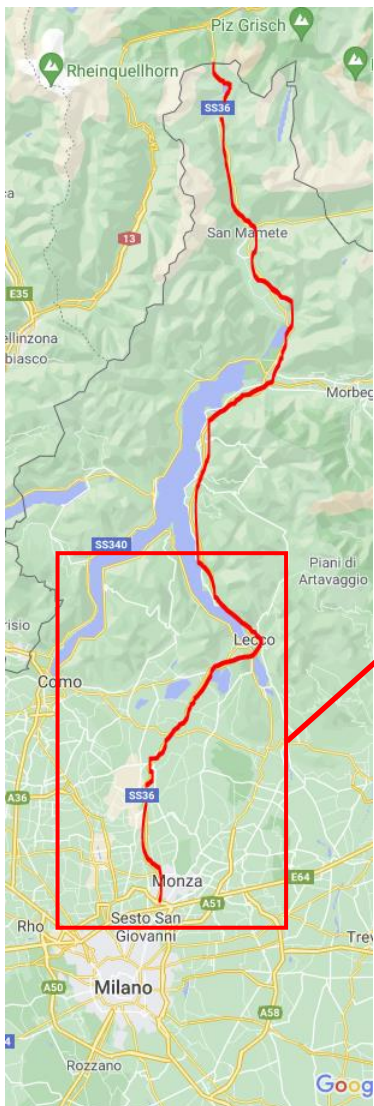


## Caso studio: strada statale 36

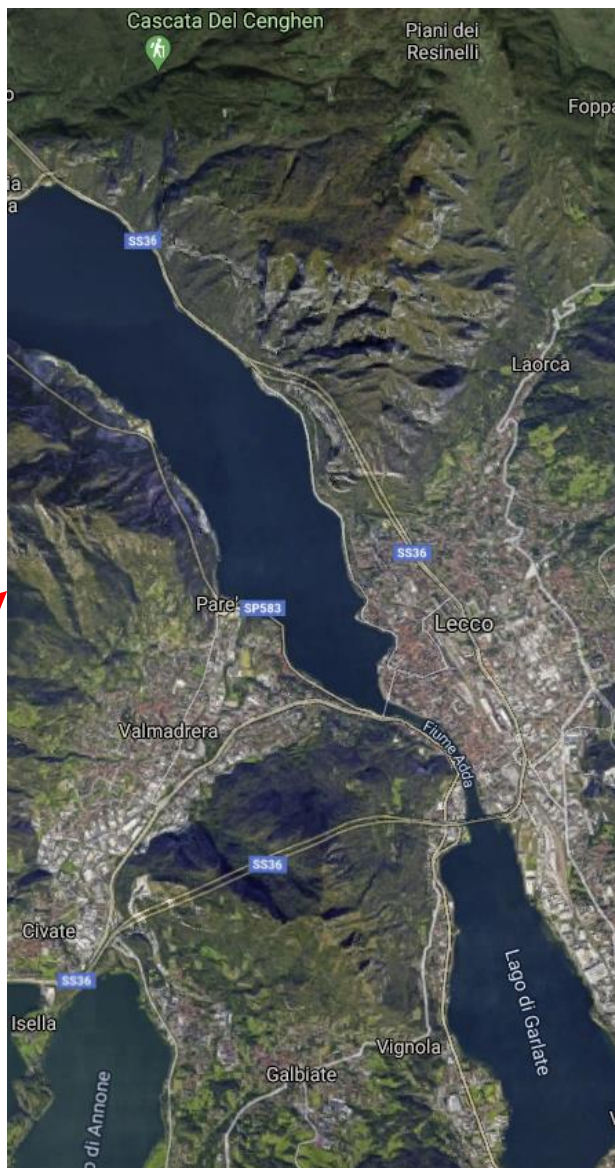


**Step 1**

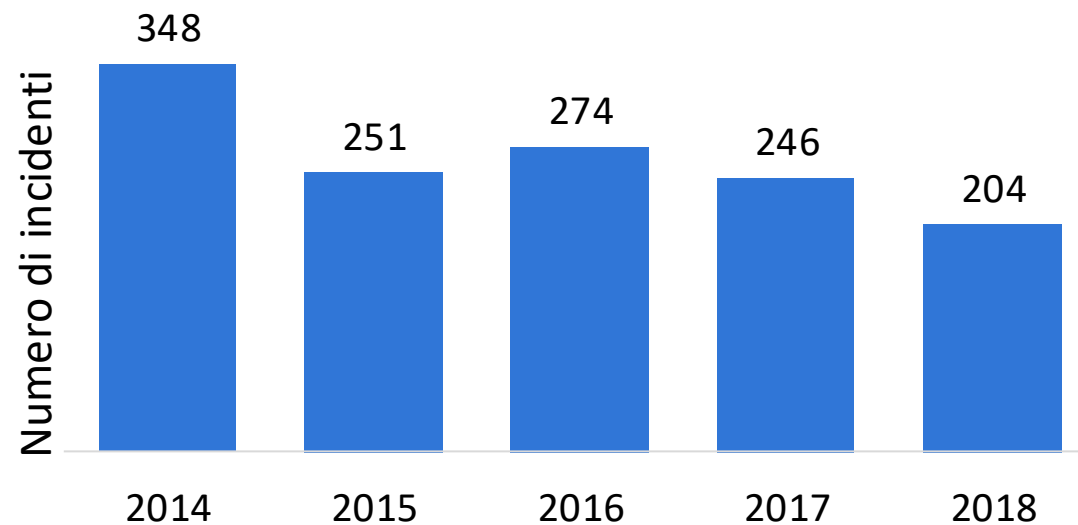
Raccolta delle informazioni  
sugli incidenti da fonti ufficiali



## Caso studio: strada statale 36



- L'analisi è stata svolta sui primi 100 km del tracciato (Milano – Lecco)
- Dati raccolti dal Compartimento della Polizia Stradale della Regione Lombardia nel periodo 2014-2018 (5 anni)
- I dati sono stati elaborati mediante fogli di calcolo e software GIS (Geographic Information System)



**Step 2**

Analisi dei dati e  
individuazione dei tratti  
stradali più critici

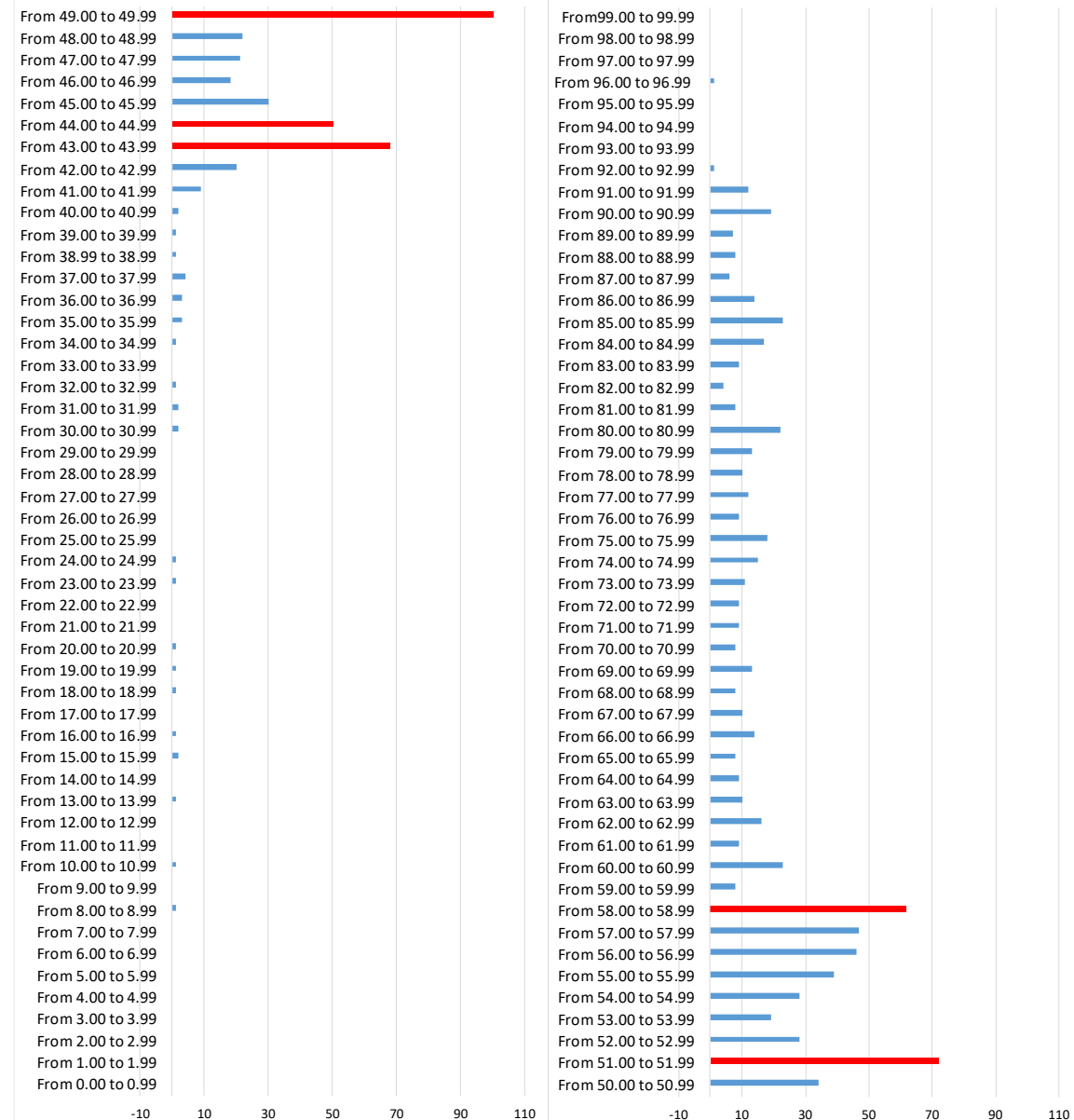
**Caso studio: strada statale 36**

- Il tracciato della SS 36 è stato suddiviso in segmenti di 1 km
- Per ogni segmento è stata calcolata la frequenza di incidenti nel periodo 2014-2018
- È stata selezionata una soglia di 50 incidenti stradali/5 anni



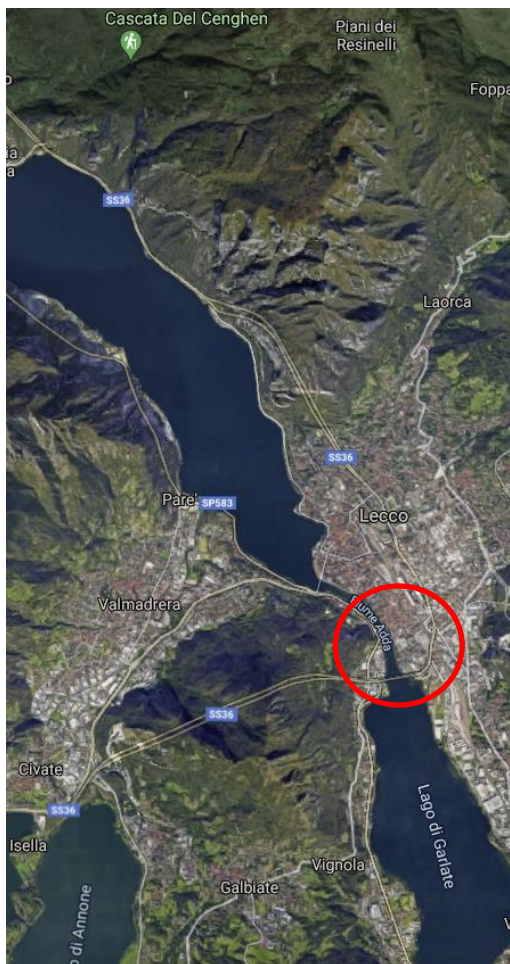
Cinque segmenti critici:

- Km 43.00 – 43.99
- Km 44.00 – 44.99
- Km 49.00 – 49.99
- Km 51.00 – 51.99
- Km 58.00 – 58.99

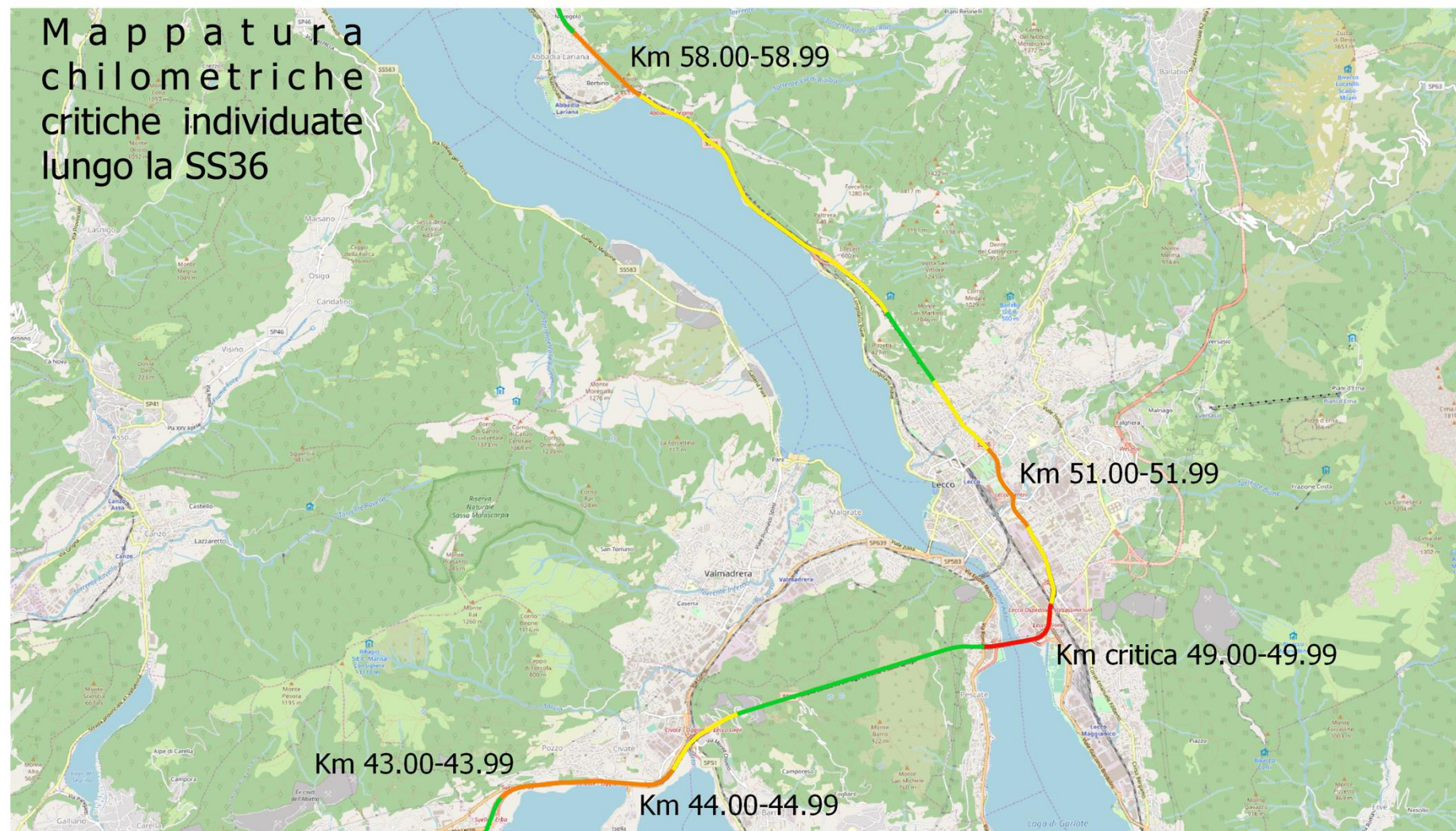


**Step 2**

Analisi dei dati e  
individuazione dei tratti  
stradali più critici

**Caso studio: strada statale 36**

Mappatura  
chilometriche  
critiche individuate  
lungo la SS36

**LEGENDA**

- Chilometriche con 75-100 incidenti in cinque anni
- Chilometriche con 50-74 incidenti in cinque anni
- Chilometriche con 25-49 incidenti in cinque anni
- Chilometriche con 0-24 incidenti in cinque anni

0 750 1500 m

**Step 3**

Individuazione del “segmento nero” della strada

**Caso studio: strada statale 36**

- Calcolo dei 5 KPI proposti relativi agli incidenti occorsi nei cinque segmenti stradali critici (con la più alta frequenza di incidentalità)
- Confronto a cascata dei KPI tra i cinque segmenti, a partire dal tasso di incidentalità stradale
- Individuazione del “segmento nero”

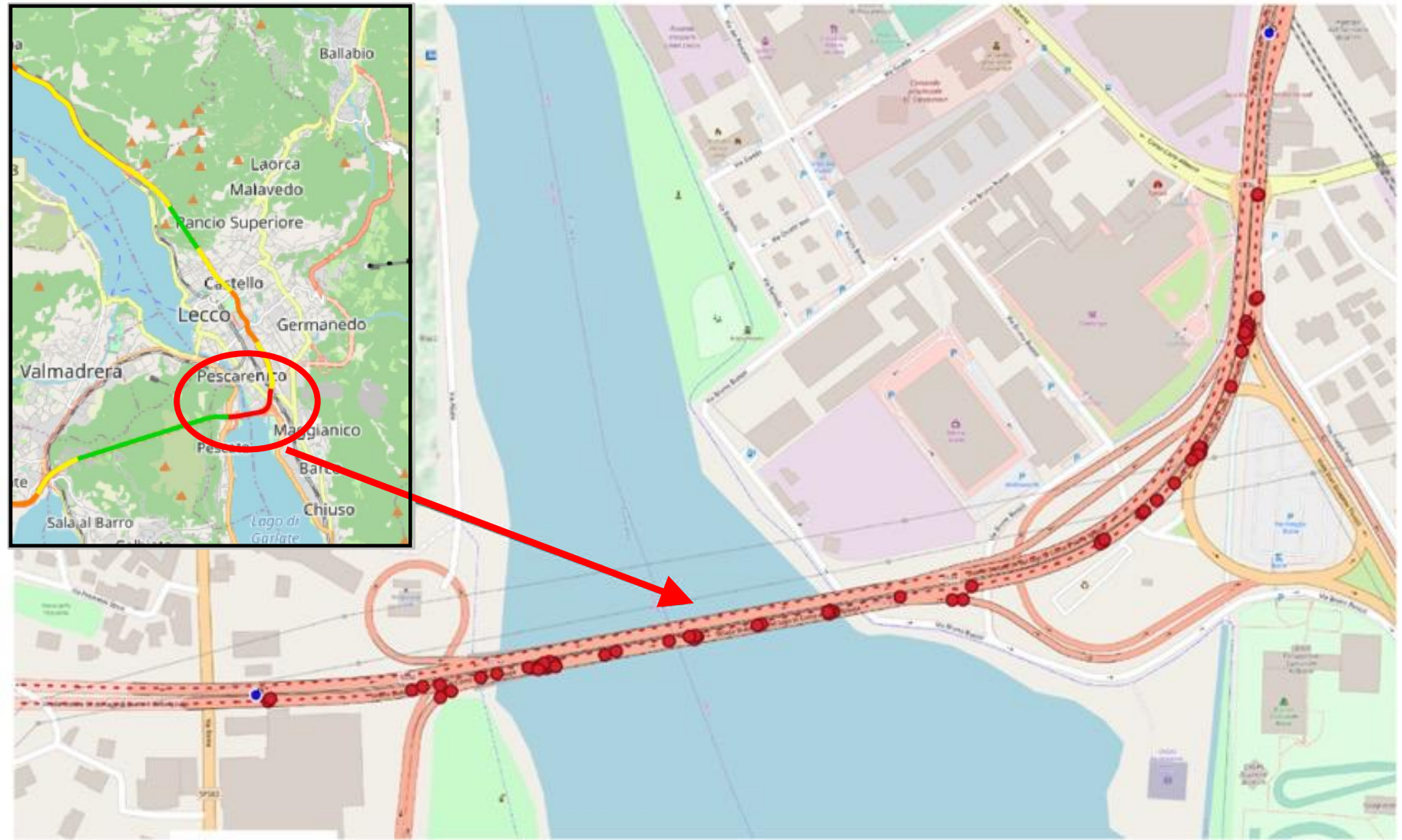
|                | Road accident rate<br>[Number of occurred<br>events/ $10^8$ vehicles<br>km] | Social costs index<br>[€/5 year] | Mortality Index<br>[Number of<br>fatalities/100<br>accidents] | Severity Index<br>[Number of<br>fatalities/100<br>accident] | Injury Index<br>[Number of<br>injuries/100<br>accidents] |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Km 43.00-43.99 | 50.98                                                                       | 14,656,482                       | 1.5                                                           | 2.7                                                         | 61.8                                                     |
| Km 44.00-44.99 | 37.48                                                                       | 13,014,246                       | 0                                                             | 0                                                           | 84                                                       |
| Km 49.00-49.99 | 74.96                                                                       | 21,690,410                       | 0                                                             | 0                                                           | 70                                                       |
| Km 51.00-51.99 | 53.97                                                                       | 12,704,383                       | 0                                                             | 0                                                           | 56.9                                                     |
| Km 58.00-58.99 | 46.48                                                                       | 14,563,561                       | 0                                                             | 0                                                           | 75.8                                                     |

**Step 3**

Individuazione del “segmento nero” della strada

## Caso studio: strada statale 36

Localizzazione degli incidenti nel segmento nero in direzione Sud-Nord

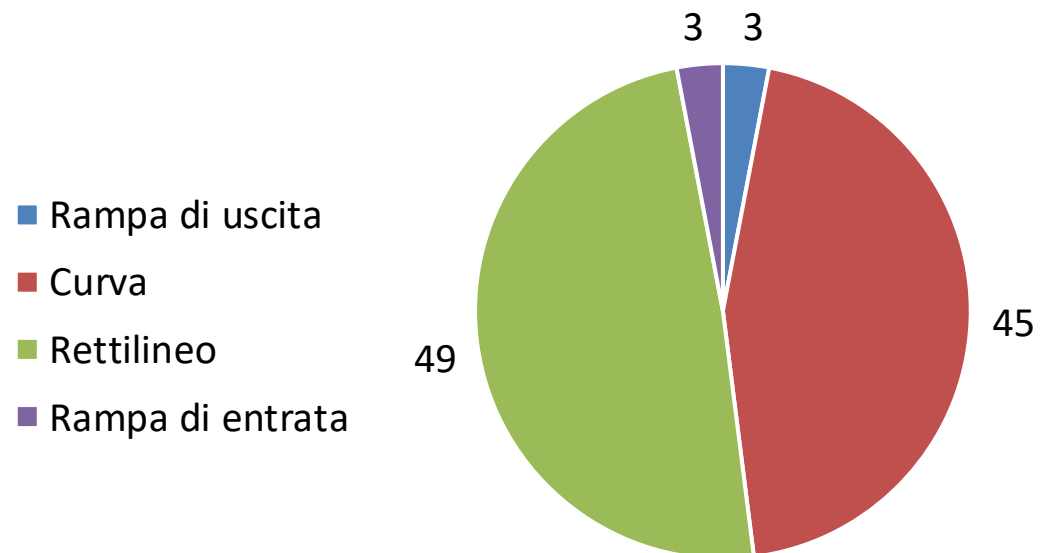


**Step 4**

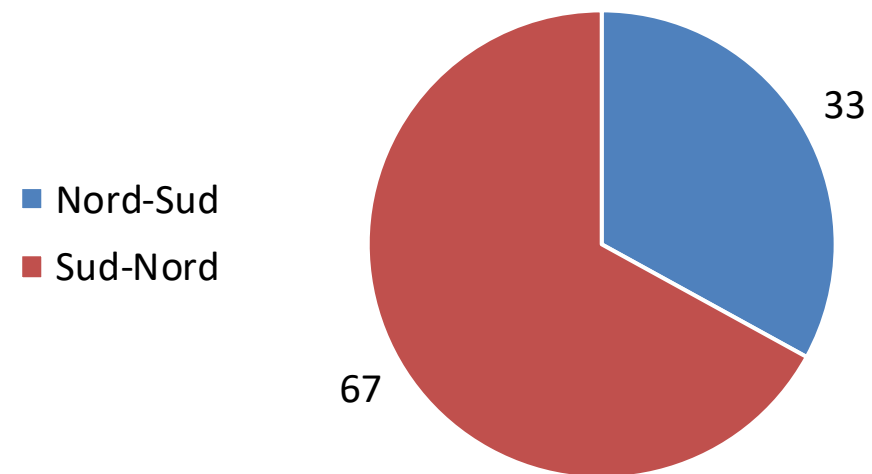
Analisi dettagliata delle criticità di sicurezza del "segmento nero"

**Caso studio: strada statale 36****Localizzazione degli incidenti**

Localizzazione degli incidenti nel chilometro critico



Direzione dei veicoli coinvolti negli incidenti analizzati



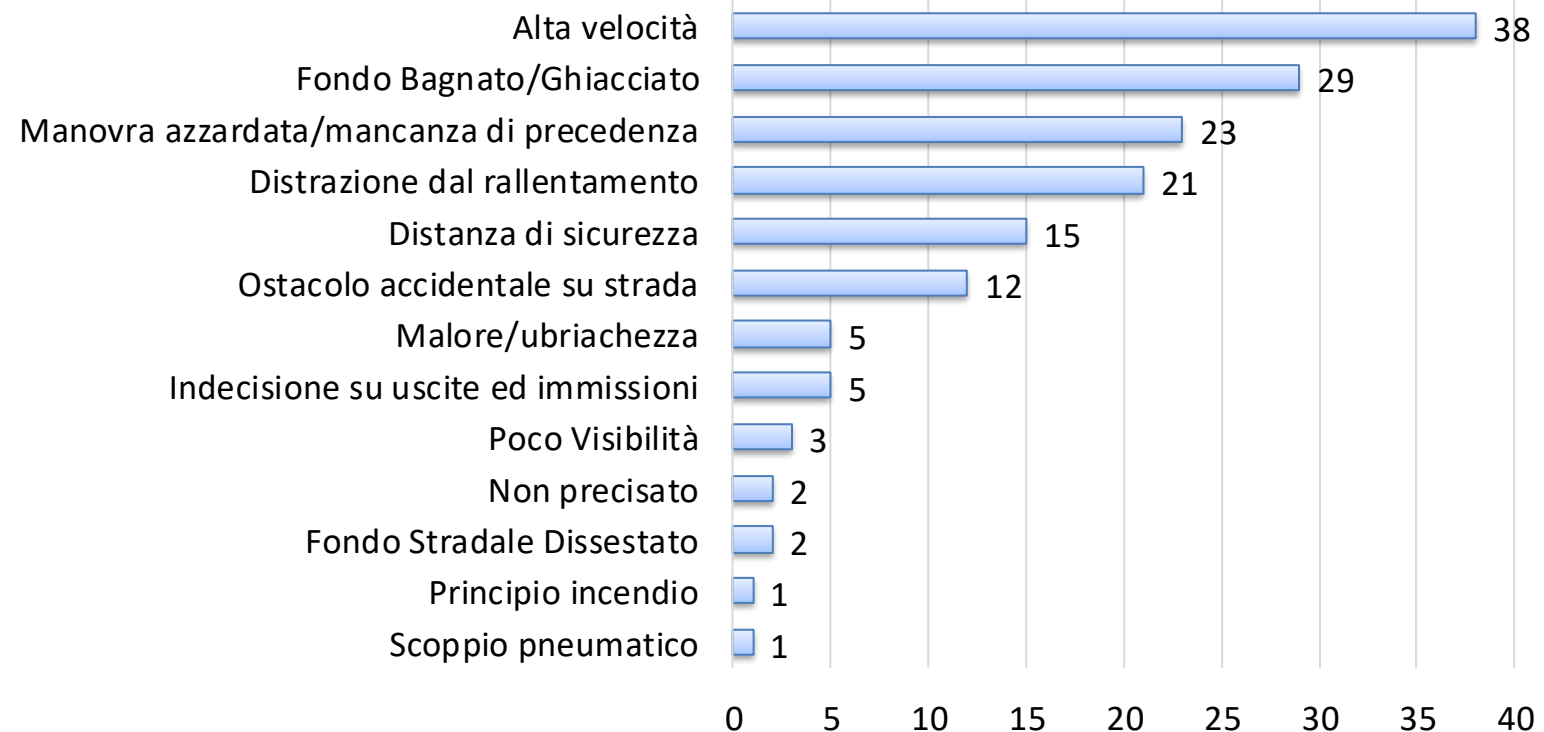
**Step 4**

Analisi dettagliata delle criticità di sicurezza del "segmento nero"

## Caso studio: strada statale 36

### Caratteristiche progettuali del segmento e comportamento dei conducenti e violazioni

#### Cause riscontrate negli incidenti analizzati



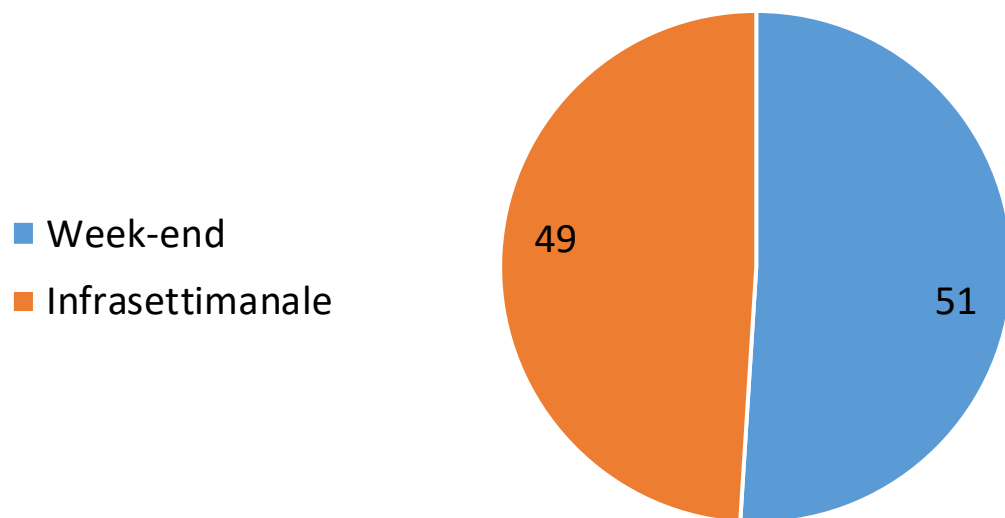
Esempio di segnale stradale verticale non pienamente visibile, in prossimità della rampa di immissione

**Step 4**

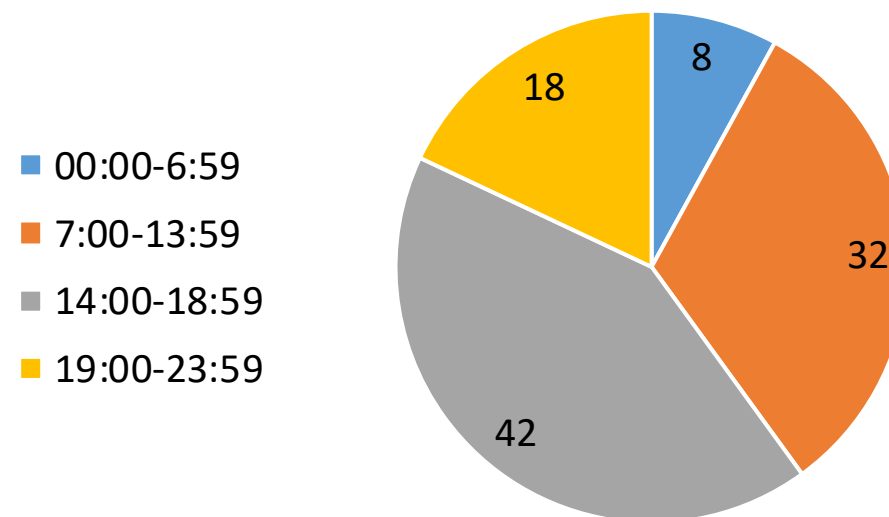
Analisi dettagliata delle criticità di sicurezza del "segmento nero"

**Caso studio: strada statale 36****Andamento temporale degli incidenti stradali**

Distribuzione settimanale incidenti



Distribuzione oraria degli incidenti



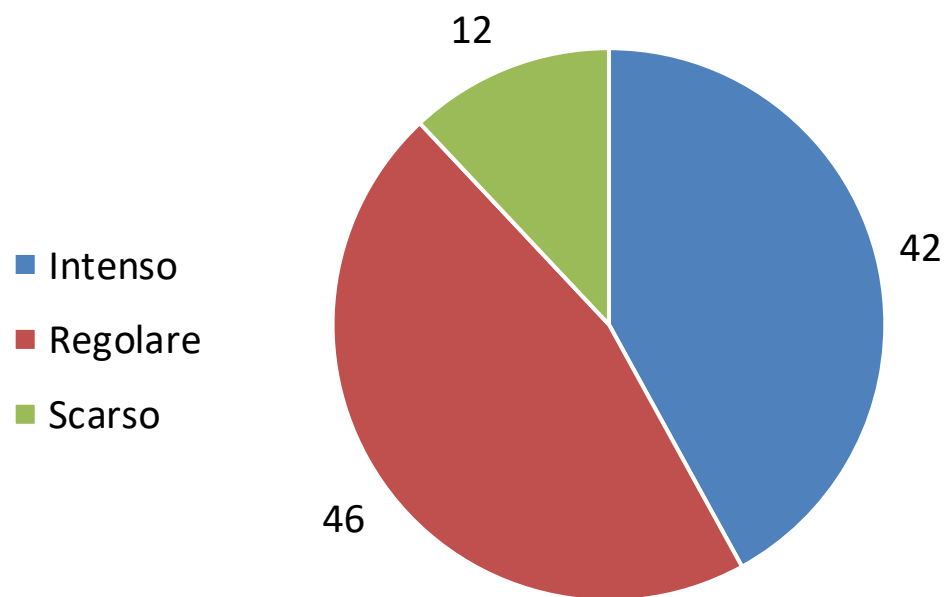
**Step 4**

Analisi dettagliata delle criticità di sicurezza del "segmento nero"

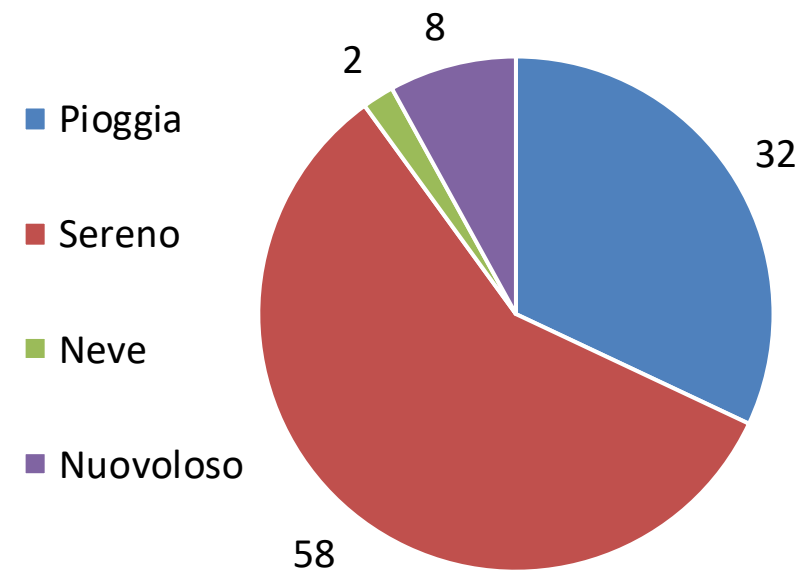
## Caso studio: strada statale 36

### Effetto delle condizioni di traffico e meteo

Condizione del traffico al momento dell'incidente



Condizioni meteo durante incidenti



**Step 5**

Proposta di misure di  
miglioramento

## Caso studio: strada statale 36

### **Introduzione di segnaletica stradale nuova e più visibile (orizzontale e verticale)**

grazie all'introduzione di nuova segnaletica (ad es. segnaletica retroilluminata), molte tipologie di collisione (tamponamenti, collisioni dovute a cambi di corsia in prossimità di una rampa e collisioni in fase di immissione) potrebbero ridursi in modo significativo

### **Miglioramento della percezione della strada, in particolare in curva**

utilizzare delineatori modulari di curva abbinati a un sistema luminoso sequenziale: questa soluzione consente di migliorare la percezione del conducente e di ridurre preventivamente la velocità del veicolo in ingresso in curva

### **Definizione di un programma di manutenzione della pavimentazione stradale**

le proprietà drenanti e la resistenza allo scivolamento della pavimentazione diminuiscono nel tempo: ciò può portare a un aumento degli incidenti stradali. Una soluzione è pulire la pavimentazione due volte l'anno.



**... e quindi?**

- ✓ Approccio sistemico
- ✓ Decisioni basate su dati
- ✓ Collaborazione e sinergia tra attori



**e ricordiamoci di adottare un approccio multidisciplinare**





POLITECNICO  
MILANO 1863

# Grazie per l'attenzione

## Contatti

Fabio Borghetti

02 2399 5847

[fabio.borghetti@polimi.it](mailto:fabio.borghetti@polimi.it)

[www.polimi.it](http://www.polimi.it)