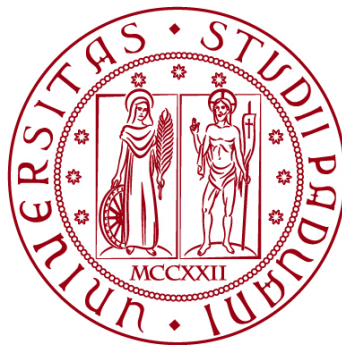


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E
AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Ingegneria Civile



TESI DI LAUREA

SICUREZZA STRADALE DEGLI UTENTI
VULNERABILI: ANALISI SUGLI UTENTI DI
VEICOLI PER LA MICROMOBILITÀ ELETTRICA
E POSSIBILI SOLUZIONI

Road safety of vulnerable users: analysis on user of electric micromobility vehicles and possible solutions

Relatore: PROF. GIOVANNI GIACOMELLO

Laureando: MARTINA BASSO

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

*A coloro che hanno sempre creduto in me.
A mio nonno Antonio e a mia nonna Giovannina.*

INDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUZIONE | 1 |
| CAPITOLO 1 – PRESENTAZIONE UTENTI VULNERABILI E VEICOLI PER LA MICROMOBILITA’ | 5 |
| 1.1 Caratteristiche tecniche dei dispositivi per la micromobilità elettrica | 6 |
| 1.2 Monopattino elettrico | 7 |
| 1.3 Hoverboard | 12 |
| 1.4 Segway | 13 |
| 1.5 Monowheel | 15 |
| 1.6 Ambiti di circolazione dei dispositivi per la micromobilità elettrica | 15 |
| 1.7 Requisiti degli utenti e norme di comportamento | 16 |
| 1.8 Bicicletta a pedalata assistita ed elettrica | 17 |
| CAPITOLO 2 – INTERAZIONE TRA UTENTI VULNERABILI E ANALISI DELLE STATISTICHE ISTAT DI INCIDENTALITA’ | 19 |
| CAPITOLO 3 – POSSIBILI SOLUZIONI PER RIDURRE GLI INCIDENTI E CASI STUDIO | 27 |
| 3.2 Città di Portland | 37 |
| 3.3 Città di Copenaghen | 41 |
| CONCLUSIONE | 43 |
| APPENDICE | 45 |
| BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA | 69 |

INTRODUZIONE

Gli utenti vulnerabili della strada sono quelle categorie di persone che sono esposte al rischio di incidenti e lesioni a causa della mancanza di protezione intrinseca. Si possono raggruppare in cinque categorie: pedoni, ciclisti, motociclisti, persone con disabilità o mobilità ridotta e utenti di monopattini elettrici.

I monopattini elettrici come altri veicoli che in seguito analizzeremo costituiscono la micromobilità elettrica, che ha guadagnato popolarità negli ultimi anni a causa della sua natura sostenibile, della facilità di utilizzo e della praticità negli spostamenti urbani. I punti chiave che caratterizzano questa nuova modalità di spostamento sono:

- Sostenibilità: i veicoli di micromobilità elettrica non emettono gas nocivi durante il loro utilizzo, andando a ridurre nel tempo le emissioni di gas a effetto serra.
- Flessibilità e praticità: i veicoli sono compatti, leggeri e facili da manovrare, consentono di evitare la congestione nel centro urbano durante le ore di punta e di evitare di trovare parcheggio per un mezzo pesante.
- Sharing mobility: i veicoli di micromobilità elettrica possono essere noleggiati o condivisi tra più utenti, questo modello di mobilità, definito anche free-floating, è atto a garantire lo spostamento in luoghi diversi all'interno dei centri abitati, infatti il luogo di partenza e quello di arrivo il più delle volte è diverso.

Per micromobilità, quindi, si intende la mobilità relativa a percorsi e distanze brevi principalmente in città, caratterizzata dall'impiego di mezzi di trasporto meno pesanti e ingombranti e potenzialmente meno inquinanti di quelli tradizionali.

Nel periodo post Covid-19, infatti, si è verificata una maggiore appetibilità delle modalità di spostamento individuali, sia attraverso i classici movimenti pedonali e ciclistici sia tramite i recenti monopattini elettrici che in Italia sono stati promossi da cospicui incentivi statali.

L'utilizzo di questo mezzo di spostamento ha creato forti dubbi sul livello di sicurezza nel contesto urbano data la promiscuità con le autovetture che rende l'utente ancor più vulnerabile. Nei dibattiti sulla sicurezza stradale, infatti, si sono sviluppate due correnti

di pensiero: chi considera sufficienti le regole già imposte, ove quest'ultime vengano rispettate, e chi invece considera quest'ultime insufficienti e vorrebbe imporre ulteriori limitazioni per andare a limitare il tasso di incidentalità.

Il fine di questo elaborato è quello di andare a studiare il tasso di incidentalità della mobilità condivisa. Nelle città italiane questa modalità è in continua crescita, infatti, nel 2021 i viaggi sono stati circa 35 milioni, 61% in più rispetto a quelli del 2020 e 25% in più rispetto al 2019. Il maggiore utilizzo di questi mezzi è proporzionale al numero di incidenti con lesioni a persone: nel 2021 è stato pari a 935 di cui 100 incidenti per il bikesharing, 634 per il monopattino-sharing e 201 per lo scooter-sharing.

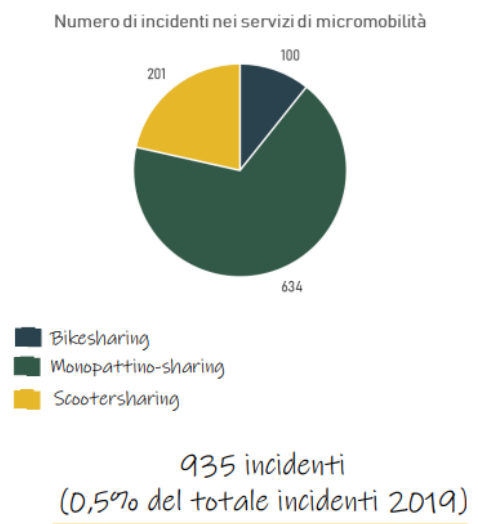


Figura 1- Analisi sul numero di incidenti di veicoli in sharing effettuata dall'Osservatorio Nazionale Sharing Mobility

Analizzando il numero di incidenti in rapporto ai km percorsi, si è notato che le percorrenze sono direttamente proporzionali al tempo in cui un veicolo è utilizzato e quindi esposto al rischio di incidenti. Il monopattino elettrico è il mezzo con il maggiore tasso di incidentalità, caratterizzato da 2,07 sinistri ogni 100 mila km; lo scooter-sharing è caratterizzato da 1,72 incidenti ogni 100 mila km e lo bikesharing da 0,74 incidenti ogni 100 mila km.

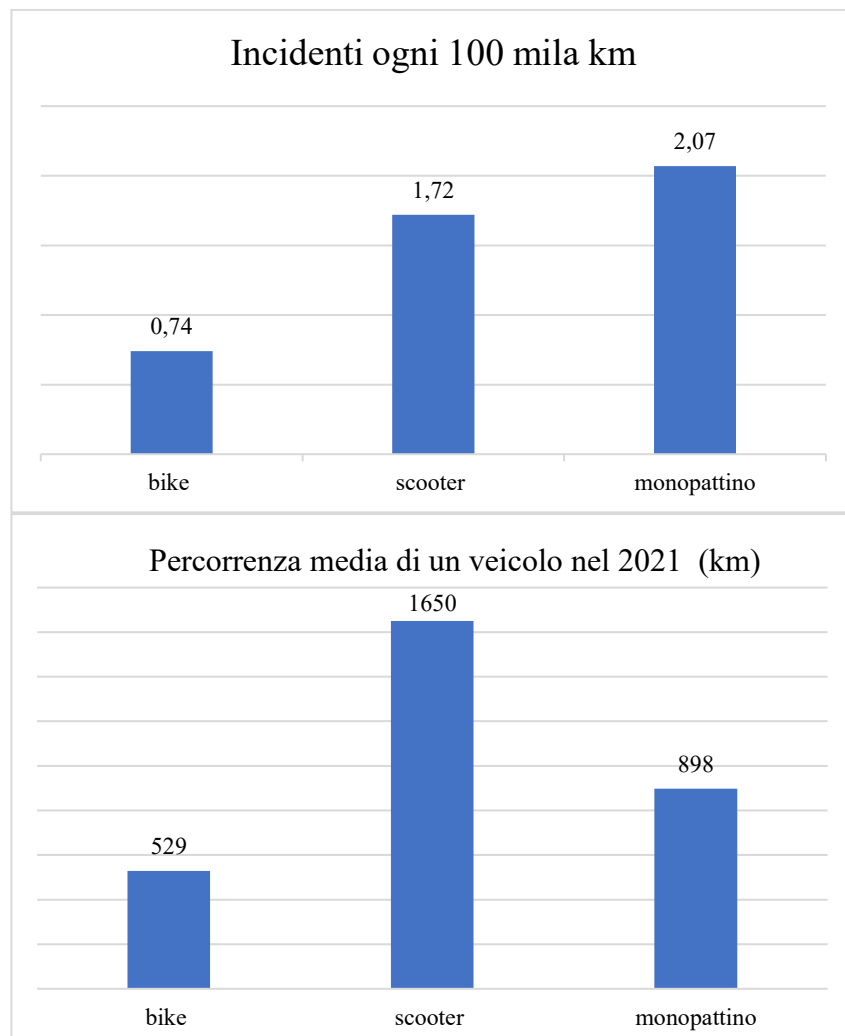


Figura 2- Numero di incidenti ogni 100 mila km per tipologia di veicolo di micromobilità in sharing in relazione alla percorrenza media dei veicoli

In conclusione, dalle analisi condotte si nota come le infrastrutture italiane attuali non sono in grado di garantire un adeguato livello di sicurezza per gli utenti di mezzi per la micromobilità elettrica, motivo per il quale questa relazione ha come obiettivo quello di portare degli esempi virtuosi di riammodernamento degli spazi stradali in modo tale da fornire agli utenti vulnerabili, soprattutto quelli di monopattini elettrici, una maggiore sicurezza stradale.

CAPITOLO 1 – PRESENTAZIONE UTENTI VULNERABILI E VEICOLI PER LA MICROMOBILITA’

Gli utenti vulnerabili della strada sono coloro che durante la circolazione sono esposti a più rischi, dato che sono privi di una protezione intrinseca. Essi si possono raggruppare in cinque categorie: pedoni, ciclisti, motociclisti, persone con disabilità o mobilità ridotta e utenti di mezzi per la micromobilità elettrica, quest’ultimi sono equiparati dalla normativa nazionale ai ciclisti. Il comportamento di questi utenti è normato dal Codice della Strada.

I pedoni sono considerati i più “deboli” dato che sono esposti al traffico veicolare senza alcuna protezione. Essi devono circolare sui marciapiedi, sulle banchine, sui viali e sugli spazi per essi predisposti; per attraversare la carreggiata devono servirsi degli attraversamenti pedonali, dei sottopassaggi e dei soprappassaggi.

I ciclisti condividono la strada con veicoli più grandi. La mancanza di una carrozzeria protettiva li rende più vulnerabili agli incidenti, soprattutto quando l’infrastruttura stradale non è adatta alle loro esigenze.

I motociclisti, invece, sono esposti a maggiori rischi rispetto agli automobilisti data la mancanza di protezione in caso di incidente.

Le persone con disabilità o mobilità ridotta sono considerati utenti vulnerabili data la loro condizione fisica e soprattutto dato che spesso non sono presenti infrastrutture adatte al loro transito.

In Italia la sicurezza degli utenti deboli della strada costituisce un problema di enorme rilevanza, da cui emerge la necessità di studiare elementi infrastrutturali che possano rendere più sicura la mobilità di questi utenti.

Per quanto concerne gli utenti di veicoli per la micromobilità, essi costituiscono un modello di mobilità sostenibile basato su piccoli mezzi elettrici tramite i quali i cittadini possono coprire brevi distanze senza inquinare.

In molte città europee questa tipologia di mobilità è già affermata, mentre in Italia la sperimentazione di questi dispositivi ha causato un acceso dibattito sulla mancata sicurezza stradale degli utenti vulnerabili.

Di seguito si analizzano i mezzi per la micromobilità elettrica e il comportamento degli utenti normato dalla legge.

1.1 Caratteristiche tecniche dei dispositivi per la micromobilità elettrica

Il Decreto del Ministero dei Trasporti del 04/06/2019 n.229 in materia di Micromobilità Elettrica ha autorizzato la sperimentazione della circolazione su strada urbana di veicoli per la mobilità personale a propulsione preventivamente elettrica quali i monopattini elettrici, gli hoverboard, i segway e le biciclette elettriche con pedalata assistita.

All'articolo 2 si trova la prima distinzione tra dispositivi autobilanciati e non autobilanciati.

I dispositivi autobilanciati sono veicoli instabili che si vanno a stabilizzare in almeno una direzione tramite un sistema di controllo, quindi, sono in grado di mantenere l'equilibrio da soli. Fanno parte di questa categoria gli hoverboard, i segway e i monowheel.

I dispositivi non autobilanciati sono mezzi in cui non è presente un sistema che stabilizza il mezzo; il monopattino elettrico fa parte di questa categoria.

In generale è obbligatorio che ciascun dispositivo sia dotato di segnalatore acustico. I mezzi, inoltre, non possono essere dotati di posto a sedere per l'utilizzatore, infatti sono destinati ad essere utilizzati con postura in piedi.

I dispositivi che sono in grado di sviluppare velocità superiori a 20 km/h devono essere dotati di regolatore di velocità configurabile, mentre per essere utilizzati su aree pedonali tutti i dispositivi devono procedere a velocità non superiore a 6 km/h.

I dispositivi, inoltre, devono riportare la relativa marcatura CE prevista dalla direttiva n. 2006/42/CE.

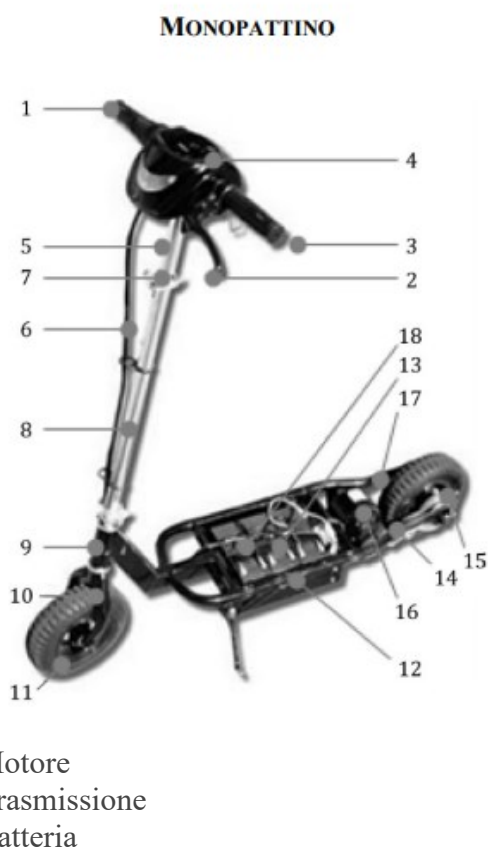
Si analizzano le varie componenti di ogni dispositivo per la micromobilità elettrica.

1.1.1 Monopattino elettrico

I monopattini furono inventati nei primi anni del 1900, dove negli Stati Uniti d'America furono progettati come giochi per bambini e adolescenti. Inizialmente essi erano costituiti da una pedana, due ruote e un manubrio; negli anni subirono varie migliorie, ad esempio la ruota inizialmente era costituita da due rotelle fissate ad un'asta di legno, che non garantiva alcun comfort, venne poi sostituita con ruote in gomma siliconata in grado di limitare le vibrazioni.

Nel 1999 è stato introdotto il primo monopattino pieghevole con freno a pedale posto nella ruota posteriore, quest'ultimo ha cambiato la visione di questo mezzo rendendolo utilizzabile nella vita quotidiana degli adulti.

La continua innovazione del monopattino a spinta arriva fino al nostro decennio dove alla propulsione meccanica data dalla forza fisica, si è sostituita quella elettrica, andando a sfruttare le batterie al litio.



LEGENDA

1. Manico
2. Leva del freno
3. Acceleratore
4. Display di controllo
5. Manubrio
6. Cavo elettrico o freno
7. Sistema di bloccaggio per la regolazione dell'altezza del manubrio
8. Piantone dello sterzo
9. Head tube (collegamento forcella-telaio)
10. Forcella anteriore
11. Ruote (2 ruote)
12. Telaio
13. Pedana
14. Forcella posteriore
15. Gruppo di frenatura principale

Figura 3 - Componenti principali del Monopattino Elettrico D.M. 04/06/2019 All.1

In seguito sono riportate le caratteristiche principali degli elementi che costituiscono il monopattino elettrico.

La pedana è uno degli elementi principali di un monopattino: si tratta di quell'asse dove appoggiare i piedi nel corso dell'utilizzo del veicolo. La pedana ha dimensioni tipiche:

- Larghezza: 15 cm
- Lunghezza: 50-80 cm
- Altezza dal suolo: 6 cm

Queste misure sono atte a garantire l'appoggio contemporaneo di entrambi i piedi, in modo tale da avere un elevato livello di comfort.

La pedana del monopattino elettrico solitamente è di alluminio che è un materiale molto resistente e al contempo molto leggero, inoltre, per ragioni di sicurezza il materiale deve essere in grado di permettere alla scarpa di avere maggiore aderenza e di evitare lo scivolamento e la caduta, per questo alcune volte vengono applicate delle pellicole ruvide.



Figura 4- Pedana monopattino elettrico

Il manubrio permette di guidare il monopattino ed azionare molteplici comandi, anche esso ha misure standard:

- Altezza del manubrio dal suolo: 100-120 cm
- Larghezza manubrio: 25 cm

La funzione principale del manubrio è quella di sterzare, inoltre, in esso si trovano l'acceleratore, la leva del freno, il display e il segnalatore acustico, quest'ultimo è obbligatorio per legge.



Figura 5- Manubrio monopattino elettrico

Il display posto in cima al manubrio, può essere LCD o LED; questo elemento è necessario dato che controlla molteplici valori durante l'utilizzo del monopattino: velocità di percorrenza, modalità di viaggio, presenza di anomalie, presenza di surriscaldamento, livello di carica della batteria.

Le ruote possono essere di diversa dimensione, numero e tipo di materiale; queste costituiscono l'unico appoggio che il monopattino ha con il suolo e quindi spetta a loro regolare la tenuta di strada nonché la stabilità.

Ogni ruota è costituita da due cuscinetti e un distanziatore. La ruota montata può essere dura, quindi piena di plastica, media, quindi piena di gomma siliconica oppure morbida, cioè a camera d'aria gonfiabile.

La dimensione della ruota si aggira sui 10 cm anche se esistono ruote di dimensione maggiore fino ai 30 cm per modelli particolari, adatti a sentieri di montagna e strade sterrate.

Il nucleo della ruota può essere solido, quindi pieno, forato oppure cavo; la prima soluzione predilige la resistenza e la durata a discapito del peso, la seconda soluzione è più leggera ma meno resistente, mentre la terza ha parte di robustezza e leggerezza.

Il profilo, invece, può essere piatto oppure stretto, il primo da maggiore grip ma meno velocità, mentre il secondo predilige la velocità, ma ha meno attaccamento al suolo.

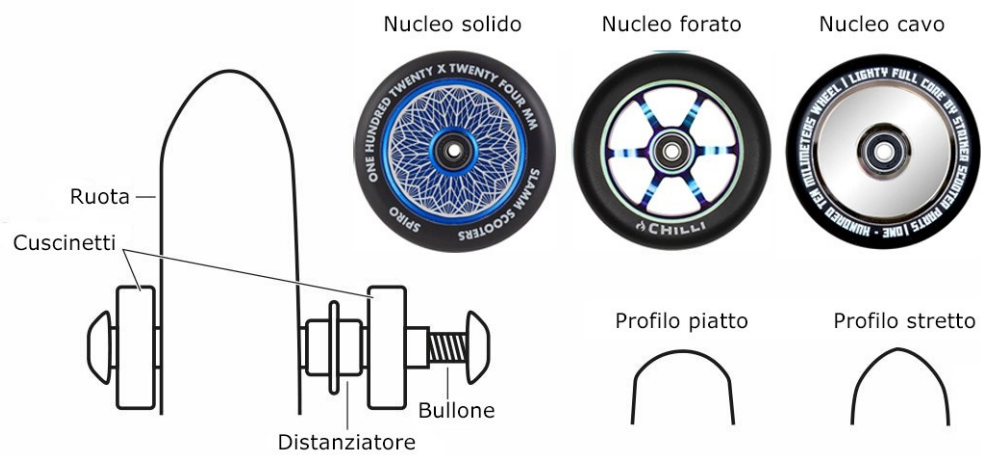


Figura 6 – Ruota monopattino elettrico

I monopattini sono in grado di generare una discreta velocità, per questo non può mancare un apparato frenante. Nei modelli da adulti i freni sono azionabili da due manopole presenti sul manubrio, proprio come accade con una bicicletta e generalmente si tratta di freni a disco. I modelli più evoluti montano l'ABS sulla ruota anteriore.



Figura 7 – Impianto frenante monopattino elettrico

Dalle recenti normative per circolare anche durante le ore di buio o in condizioni di scarsa visibilità è necessario avere fari anteriori e posteriori, i primi devono illuminare la strada, mentre i secondi servono a segnalare la presenza del veicolo agli altri conducenti. I fari sono azionabili da un pulsante sul manubrio.

La legge italiana rende obbligatoria l'accensione dei fari mezz'ora dopo il tramonto, durante il periodo dell'oscurità e di giorno in condizioni di scarsa visibilità.

Il motore e la batteria sono due elementi importantissimi nel monopattino elettrico perché determinano la velocità di punta e la durata di utilizzo. La legge italiana impone che il monopattino possa avere un motore di potenza massima pari a 500 watt. La batteria invece incide sulla durata dell'autonomia che si aggira tra i 20 km e i 30 km. La durata della batteria varia anche a seconda del peso del conducente, del peso del monopattino, tipo di terreno, pendenza del terreno, temperatura ambientale, e modalità in cui si viaggia.

1.1.2 Hoverboard



Figura 8 – Componenti Hoverboard DM 04/06/2019

Dal 2015 l'hoverboard ha spopolato nel mercato mondiale, anche in Italia, e ha avuto un successo immediato per merito delle sue caratteristiche.

L'hoverboard è un monopattino o monociclo elettrico autobilanciante chiamato anche street board. La sua complicata tecnologia sfrutta sensori e microprocessori che, attraverso il principio di stabilità dinamica, riescono a mantenere l'hoverboard in equilibrio conferendo grande stabilità e sicurezza al conducente.

L'hoverboard è stato creato in modo tale che il suo utilizzo sia semplice: per farlo partire basta inclinare il corpo leggermente in avanti; per decelerare bisogna invece spostare il corpo all'indietro. I modelli più performanti di hoverboard raggiungono una velocità pari a 25 km/h, con il limitatore di velocità raggiungono i 20 km/h previsti da normativa.

La batteria dell'hoverboard ha delle caratteristiche predefinite di durata, autonomia e tempo di ricarica. La durata è fino ad un massimo di 15-20 km; l'autonomia varia a seconda del tipo di strada, peso della persona che guida e velocità media; mentre il tempo di ricarica varia a seconda dei modelli: quelli all'avanguardia necessitano di solamente un'ora e mezza, mentre per il caricamento degli altri il tempo necessario è di circa 4 ore.

1.1.3 Segway



Figura 9 – Componenti Segway DM 04/06/2019

Il segway è stato inventato nel 2001 ed è stato il primo mezzo di trasporto a trazione elettrica per la locomozione individuale. E' un dispositivo auto bilanciato ed è particolarmente semplice da controllare: l'avanzamento e la frenata sono controllati dal solo spostamento del corpo dell'utente, si nota come sia nato dalla concezione di andare a imitare l'equilibrio umano.

Questo mezzo a due ruote è di ridotte dimensioni, con peso di circa 47 kg, concepito per poter circolare in contesto urbano. E' alimentato da due batterie ricaricabili che spingono due motori elettrici: con una carica di circa 3-8 ore il dispositivo acquisisce un'autonomia di circa 25-40 km.

E' l'unico mezzo per la micromobilità elettrica che può caricare un bagaglio da 35 kg oltre al conducente del mezzo.

Questo dispositivo, come il monopattino elettrico, è controllato da un sistema di limitazione della velocità: 6 km/h per le zone perdonali, mentre la limitazione è di 20 km/h per le piste ciclabili e per le strade urbane.

Dal 2021 il Segway è andato fuori produzione, durante la vita del prodotto sono state vendute 140.000 unità.

1.1.4 Monowheel

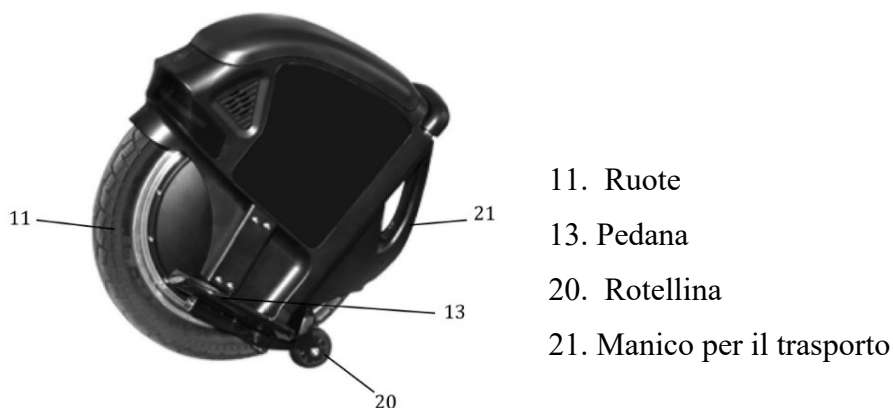


Figura 10 – Componenti Monowheel DM 04/06/2019

I monowheel sono una reinterpretazione moderna ed elettrica dei vecchi monocicli, dove era necessario pedalare. I monowheel sono dispositivi auto bilanciati e sono costituiti da una ruota centrale, dotata di motore elettrico, e di due pedane.

Il motore dei monowheel ha un doppio compito: il sistema frenante, infatti, si basa sulla spinta inversa del motore stesso.

La ruota può avere varie dimensioni, tra i 12'' e i 18'', caratteristica che incide sulla stabilità del mezzo, sul peso e sulla maneggevolezza del dispositivo.

L'autonomia di questo dispositivo varia a seconda della batteria ed è pari a 20-50 km, che sono più che sufficienti in ambito urbano.

I monowheel raggiungono una velocità massima di 20 km/h, nonostante ciò è presente un regolatore di velocità utile per rispettare la normativa che prevede un massimo di 6 km/h nelle aree pedonali.

1.2 Ambiti di circolazione dei dispositivi per la micromobilità elettrica

All'art.3 del DM 04/06/2019 n.229 vengono definiti gli "Ambiti di circolazione sperimentale dei dispositivi per la micromobilità elettrica" dove i comuni che autorizzavano la sperimentazione della circolazione dei dispositivi per la micromobilità elettrica in ambito urbano, dovevano attenersi allo schema di seguito riportato.

| AMBITI DI CIRCOLAZIONE SPERIMENTALE DEI DISPOSITIVI PER LA MICROMOBILITA' ELETTRICA | | | | |
|--|---------------|----------------------------------|---|--|
| TIPOLOGIA DISPOSITIVO | AREE PEDONALI | PERCORSI PEDONALI E CICLABILI | PISTE CICLABILI IN SEDE PROPRIA E SU CORSIA RISERVATA | ZONE 30 E STRADE CON $V_{max} \leq 30$ km/h |
| MONOWHEEL | ammesso (1) | non ammesso | non ammesso | non ammesso |
| HOVERBOARD | ammesso (1) | non ammesso | non ammesso | non ammesso |
| SEGWAY | ammesso (1) | ammesso (2) | ammesso (2) | ammesso (2) |
| MONOPATTINI | ammesso (1) | ammesso (2) | ammesso (2) | ammesso (2) |

NOTA:
1) ammesso solo se dotato di regolatore di velocità configurabile in funzione di una velocità non superiore a 6 km/h (art.2, c. 7)
2) ammesso solo se dotato di regolatore di velocità configurabile in funzione di una velocità non superiore a 20 km/h (art.2, c. 7)

Figura 11 –Ambiti di circolazione sperimentale dei dispositivi per la micromobilità elettrica DM
04/06/2019 All.2

Il regolamento dei mezzi per la micromobilità elettrica è variato nel 2020, tale legge ha quindi permesso agli utenti di dispositivi per la micromobilità elettrica di viaggiare in tutto il territorio nazionale su strade urbane con limite di 50 km/h e su piste ciclabili.

1.3 Requisiti degli utenti e norme di comportamento

All'articolo 6 del D.M 04/06/2019 n.229 vengono riportati i requisiti che devono avere i conducenti di veicoli per la micromobilità elettrica; di seguito si citano quelli di maggiore importanza:

1. I dispositivi per la micromobilità elettrica possono essere condotti solo da utilizzatori che abbiano compiuto la maggiore età o se minorenni coloro che sono in possesso di patente di categoria AM.
2. E' vietato in ogni caso il trasporto di passeggeri o cose ed ogni forma di traino.
3. Gli utilizzatori devono mantenere un andamento regolare, in relazione al contesto di circolazione e devono evitare brusche manovre ed acrobazie.
4. E' ammessa la circolazione dei dispositivi per la micromobilità elettrica sulle piste ciclabili, sui percorsi promiscui pedonali e ciclabili e nelle zone 30 o su strade ove è previsto un limite di velocità massimo di 30 km/h.

5. Dopo il tramonto del sole a mezz'ora prima del suo sorgere il conducente di dispositivi auto bilanciato del tipo segway o non auto bilanciato del tipo monopattino elettrico che circolino su strade ricadenti in zona 30, su strade ove è previsto un limite di velocità massimo di 30 km/h o su pista ciclabile hanno l'obbligo di indossare il giubbotto o le bretelle retroriflettenti ad alta visibilità.

1.4 Bicicletta a pedalata assistita ed elettrica

Oltre ai mezzi elencati e descritti fino ad ora si decide di considerare anche la bicicletta elettrica, grazie alla quale si possono compiere spostamenti eco-sostenibili di medio o lungo raggio.

La bicicletta elettrica, detta anche e-bike, è un veicolo a due ruote che funziona grazie ad un motore elettrico ausiliario che assiste la pedalata dell'utente.

La normativa che regola la circolazione delle e-bike non è completamente equiparata a quelle delle normali biciclette e varia a seconda della tipologia di bicicletta elettrica. In particolare si distinguono le biciclette a pedalata assistita dalle biciclette elettriche.

Le **biciclette a pedalata assistita** devono essere marchiate CE, a differenza di quelle elettriche che rispettano un'altra normativa; la legge italiana prevede che la potenza massima del motore ausiliario non superi i 250W e che l'assistenza della pedalata si interrompa una volta raggiunti i 25 km/h, limite massimo consentito per legge.

Le **biciclette elettriche** devono rispettare il regolamento 168/2013 dell'Unione Europea, tale provvedimento suddivide le biciclette elettriche in diverse categorie a seconda della potenza del motore ausiliario e della velocità massima raggiungibile. Le categorie previste sono:

- **Pedelec con pedali (L1e-A):** biciclette a pedalata assistita con potenza massima del motore ausiliario di 1 kW e velocità massima di 25 km/h;
- **S-pedelec (L1e-B):** biciclette a pedalata assistita con potenza massima del motore ausiliario di 4 kW e velocità massima di 45 km/h;

- **Ciclomotori elettrici (L1e):** biciclette elettriche con potenza massima del motore ausiliario di 4 kW e velocità massima di 45 km/h.

Per poter circolare sulle strade, queste biciclette elettriche devono essere omologate e rispettare i limiti di potenza e velocità previsti dal regolamento 168/2013.

Il disegno di legge approvato a giugno 2023 introduce, all'interno del Codice della Strada, il concetto di "strada urbana ciclabile" cioè una strada urbana con una sola carreggiata dove il limite di velocità è non superiore a 30 km/h e dove la priorità deve essere data alle biciclette.

CAPITOLO 2 - INTERAZIONE TRA UTENTI VULNERABILI E ANALISI DELLE STATISTICHE ISTAT DI INCIDENTALITA'

Il 2022 è stato caratterizzato da una ripresa netta della mobilità e come conseguenza anche dell'incidentalità stradale. In generale, rispetto al 2021 gli incidenti hanno causato un aumento del numero di infortunati e morti, gli aumenti si notano soprattutto nel periodo da gennaio a luglio, mesi in cui nel 2021 erano ancora presenti misure restrittive per il contenimento del virus.

| CATEGORIA DELLA STRADA | Incidenti 2022 | Incidenti 2021 | Incidenti 2019 | Morti 2022 | Morti 2021 | Morti 2019 | Feriti 2022 | Feriti 2021 | Feriti 2019 | Var.% incidenti 2022/2021 | Var.% morti 2022/2021 | Var.% incidenti 2022/2019 | Var.% morti 2022/2019 |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Strade urbane (a) | 121.818 | 110.952 | 127.000 | 1.333 | 1.264 | 1.331 | 155.934 | 142.729 | 168.794 | +9,8 | +5,5 | -4,1 | +0,2 |
| Autostrade e raccordi | 8.375 | 7631 | 9.076 | 295 | 246 | 310 | 13.579 | 12.023 | 15.009 | +9,7 | +19,9 | -7,7 | -4,8 |
| Strade extraurbane (a) | 35.696 | 33.292 | 36.107 | 1.531 | 1.365 | 1.532 | 53.962 | 49.976 | 57.581 | +7,2 | +12,2 | -1,1 | -0,1 |
| Totale | 165.889 | 151.875 | 172.183 | 3.159 | 2.875 | 3.173 | 223.475 | 204.728 | 241.384 | +9,2 | +9,9 | -3,7 | -0,4 |

Figura 12- Incidenti stradali con lesioni a persone secondo la categoria della strada 2022 - Fonte ISTAT

Rispetto al 2021 le vittime sono aumentate per tutte le categorie di utenti della strada, eccetto per gli occupanti di autocarri e per i ciclisti. Dal grafico sottostante si nota come il numero di vittime è maggiore per gli occupanti di autovettura, seguito poi dalla categoria di motociclisti e pedoni. Si evidenzia come i deceduti nella categoria di utenti vulnerabili della strada rappresentano il 49,3% dei morti totali, con un trend decrescente rispetto il 2020 e il 2021, dove le percentuali erano rispettivamente pari al 51,4% e 50,9%.

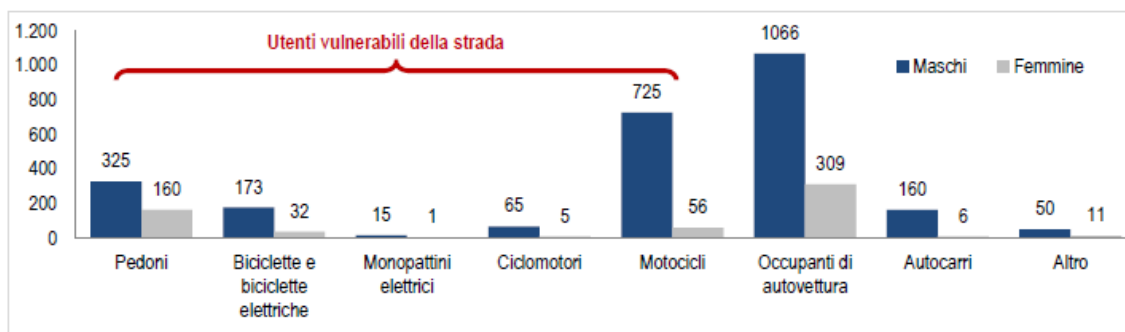


Figura 13- Morti in incidente stradale per tipo di utente della strada e genere anno 2022 - Fonte ISTAT

Fino al 2019 le categorie che costituivano gli utenti vulnerabili della strada erano: pedoni, velocipedi, ciclomotori e motocicli; dal 2020 l'ISTAT ha analizzato per la prima volta il tasso di incidentalità dovuto ai dispositivi di micromobilità elettrica, infatti nelle analisi redatte a partire da quell'anno sono state inserite due nuove variabili di rilevazione: "monopattino elettrico" e "bicicletta elettrica" che hanno sostituito la categoria "Velocipedi".

Nel 2022 è diminuito il numero di vittime di utenti di biciclette e biciclette elettriche rispetto al 2021, mentre il numero di infortunati tra gli utenti di monopattini elettrici è aumentato. Nel grafico sotto riportato, emerge, infatti, come sia cresciuto il numero di incidenti stradali con lesioni a persone che hanno coinvolto almeno un monopattino elettrico: 2929 nel 2022, 2101 nel 2021 e 564 a partire da maggio 2020.

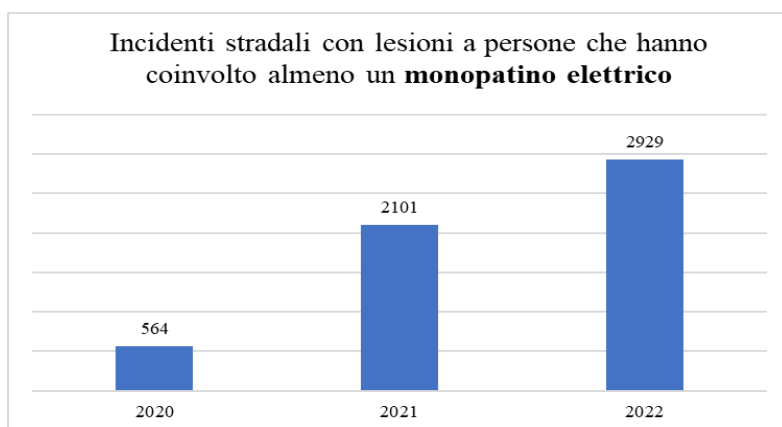


Figura 14 – Incidenti stradali con lesioni a persone che hanno coinvolto almeno un **monopattino elettrico** -Fonte ISTAT

Per quanto riguarda il monopattino elettrico esso è equiparato dal Codice della Strada alla bicicletta. Quando si circola con tale veicolo l'utente deve comportarsi secondo le generali regole di diligenza e prudenza durante la circolazione. Si riportano ora tre casi di incidente che si sono verificati frequentemente dall'avvento del monopattino ad oggi:

1. Scontro monopattino-pedone: a meno di un comportamento colposo del pedone, ad esempio stato di ebbrezza oppure attraversamento fuori dalle strisce pedonali al buio, la responsabilità dell'incidente è addebitata al conducente del monopattino.

2. Scontro monopattino-automobile: il Codice della Strada considera chi è alla guida di un monopattino un utente debole. Il conducente di un'autovettura ha delle responsabilità maggiori, tuttavia non si attribuisce la responsabilità del sinistro di default. Ad avere piena ragione è colui che è in grado di dimostrare di non aver violato le disposizioni del Codice della Strada e di aver fatto tutto il possibile per evitare il danno. Nel caso in cui non sia possibile dimostrarlo si applica l'egual concorso di colpa. In seguito a un incidente tra automobile e monopattino non è possibile compilare la constatazione amichevole.

3. Incidente provocato da una buca stradale: l'ente proprietario della strada è responsabile dei danni e delle lesioni provocate al conducente che cade dal monopattino a causa di una buca o di un manto dissestato.

L'ISTAT ogni anno redige delle tabelle suddividendo gli incidenti stradali tra veicoli in marcia e veicoli isolati. La prima tipologia rappresenta il 67.7% degli incidenti totali verificatisi nel 2022. Gli incidenti a veicolo isolato, invece, rappresentano il 21.6%, mentre gli investimenti di pedone sono il 10.7 %.

Per quanto riguarda gli incidenti stradali tra veicoli in marcia si vanno a classificare a seconda della categoria di veicoli coinvolti e della natura dell'incidente. Di seguito si esaminano i tre casi relativi all'anno 2022, ovvero incidenti dovuti a scontro frontale, scontro frontale-laterale e scontro laterale per le categorie di utenti vulnerabili della strada.

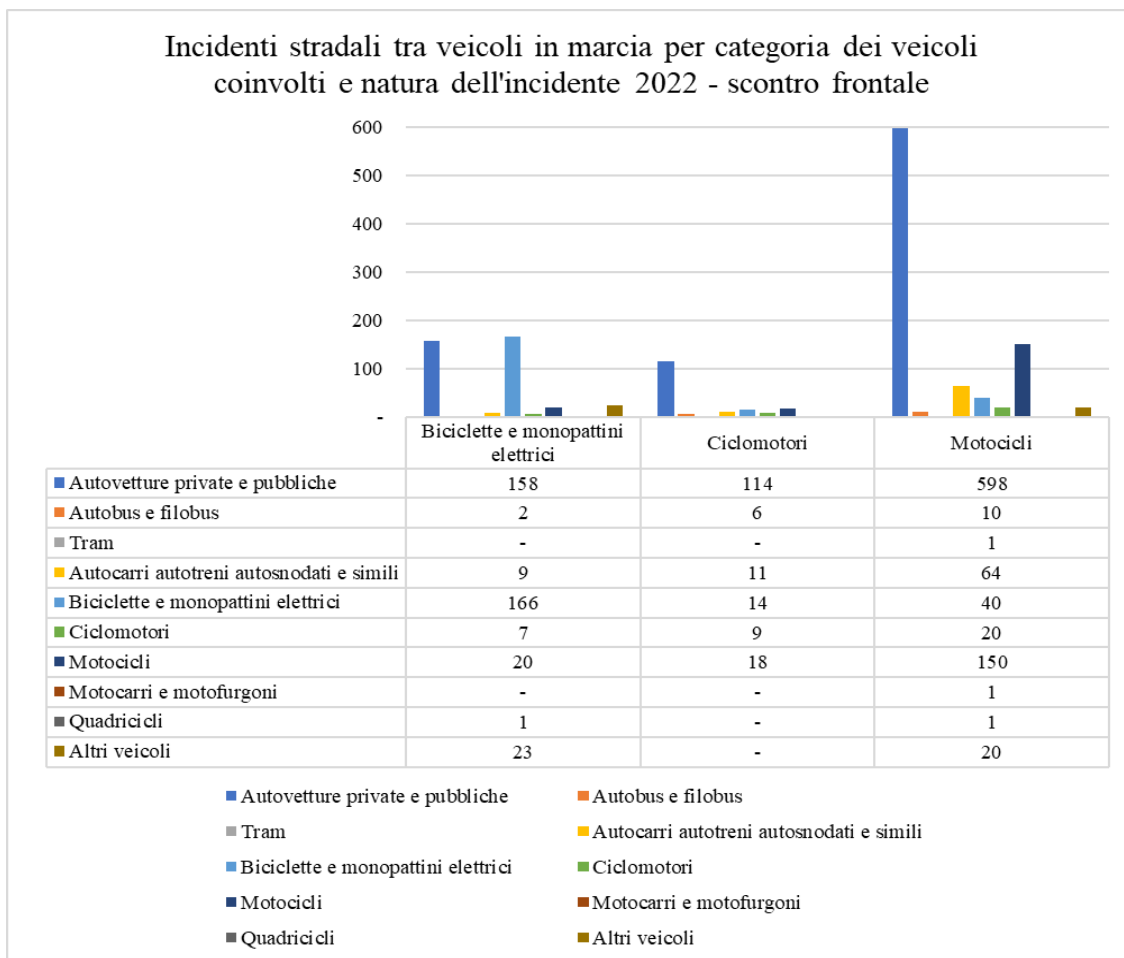


Figura 15 – Incidenti tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2022 -
Fonte ISTAT tab. 2.26

Si evidenzia come l'incidente che si è verificato più frequentemente è lo scontro frontale tra motocicli e autovetture private e pubbliche; inoltre si nota come il mezzo che ha causato più incidenti è l'autovettura anche nei sinistri con biciclette e monopattini elettrici e ciclomotori.

La maggior parte di questi incidenti frontali è dovuta all'eccesso di velocità o alle disattenzioni dovute all'uso dello smartphone durante la guida.

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2022 - scontro frontale-laterale

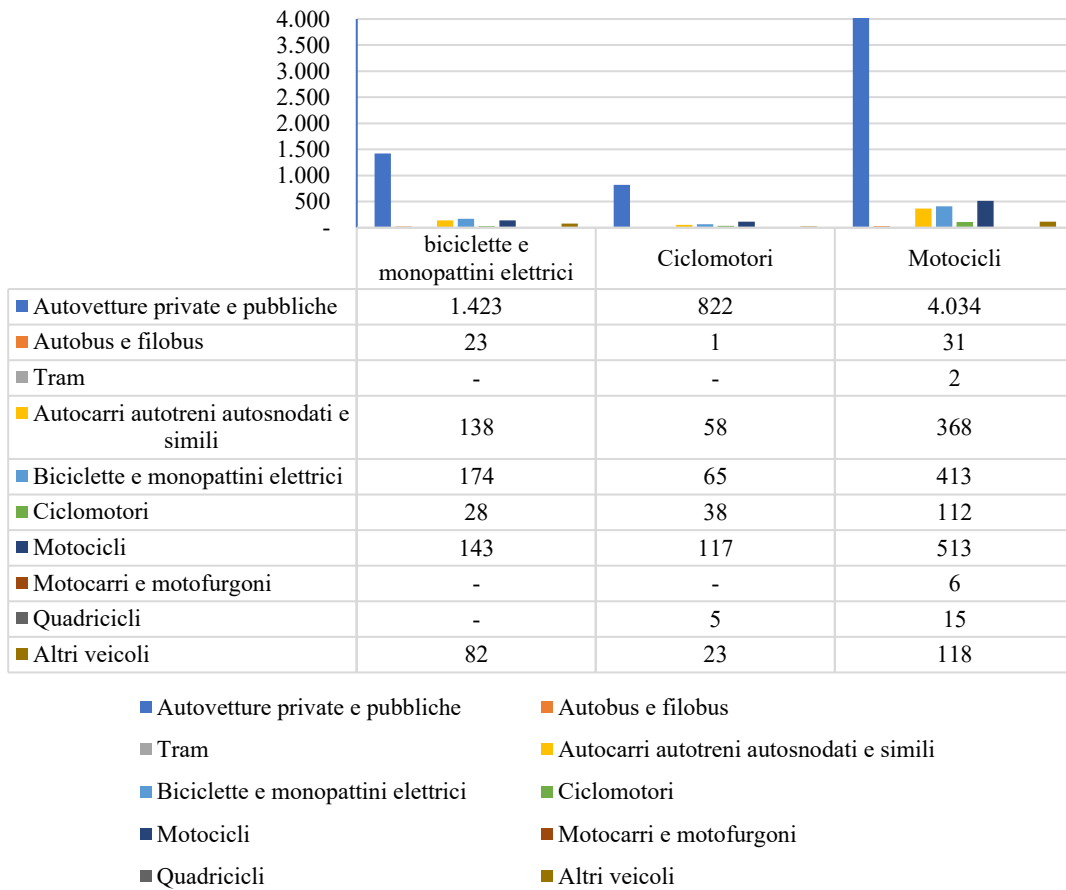


Figura 16 – Incidenti tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2022 - Fonte ISTAT tab. 2.26

Anche in questo caso come nel precedente, lo scontro frontale-laterale tra motocicli e autovetture private e pubbliche è avvenuto con maggiore frequenza rispetto agli altri sinistri.

In questo caso si evidenzia come sia maggiore il numero di scontri avvenuti tra motocicli e biciclette e monopattini elettrici, anche tra le stesse biciclette e monopattini elettrici.

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente
2022 - scontro laterale

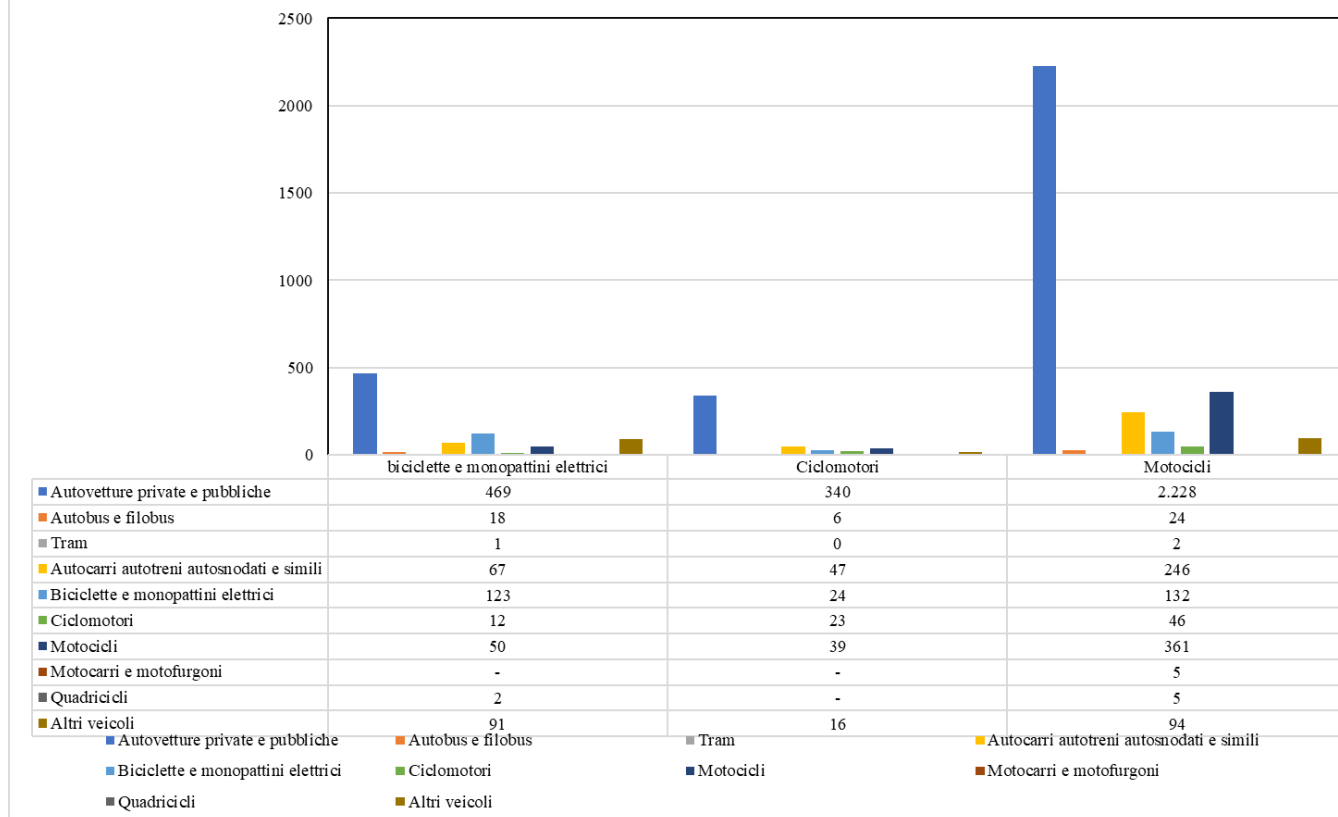


Figura 17 – Incidenti tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2022 -
Fonte ISTAT tab. 2.26

Si nota anche qui lo stesso trend che si è evidenziato negli incidenti stradali causati da scontro frontale e scontro frontale-laterale, ovvero che lo scontro laterale che è avvenuto maggiormente è quello tra autovetture e motocicli.

Nell'appendice si riportano le stesse tabelle, scontro frontale, scontro frontale-laterale e scontro laterale, per ogni anno a partire dal 2014 al 2021. Da un'attenta analisi dei dati si apprende che il fattore comune che caratterizza gli incidenti è dovuto allo scontro tra autovetture e motocicli; inoltre, si nota come ad esso si susseguono gli incidenti tra autovetture e biciclette e monopattini elettrici fino al 2020. Dal 2014 al 2019, invece, la seconda categoria di incidenti avvenuti con più frequenza è quella tra autovetture e velocipedi.

Si capisce, quindi, come in Italia le infrastrutture di servizio per gli utenti più vulnerabili della strada siano sottodimensionate rispetto alle necessità della popolazione.

Si analizzano ora i dati per la categoria “Incidenti tra veicoli isolati” per le province di Venezia e Verona. Per quanto riguarda il numero di incidenti tra veicoli isolati si nota come quello dei motocicli sia molto maggiore rispetto al numero di sinistri che coinvolgono le altre categorie di utenti vulnerabili.

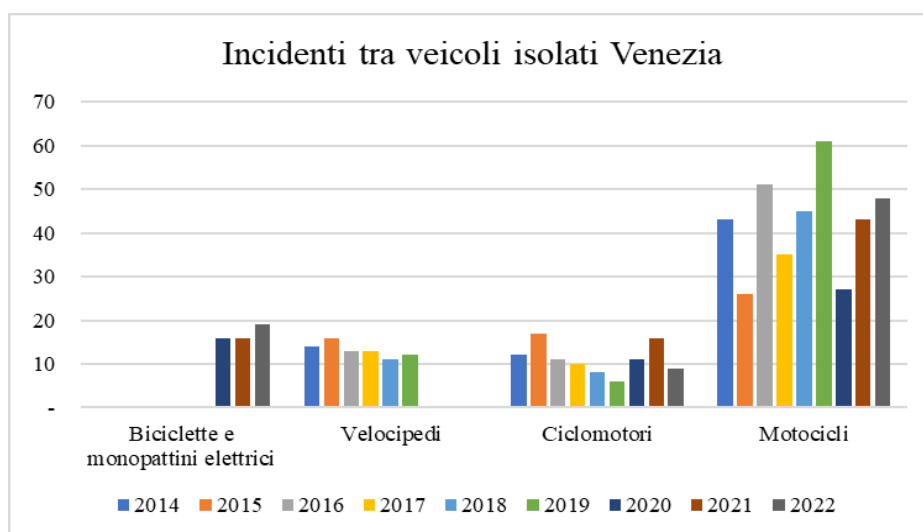


Figura 18 – Incidenti tra veicoli isolati Venezia – Fonte ISTAT tab.3.4

Si nota come il trend sia analogo anche per la città di Verona, dove però il numero di incidenti tra veicoli isolati di tutte le categorie di utenti vulnerabili è maggiore rispetto a quello di Venezia, ciò è dovuto alla morfologia del territorio lagunare ovviamente molto diversa rispetto quello veronese.

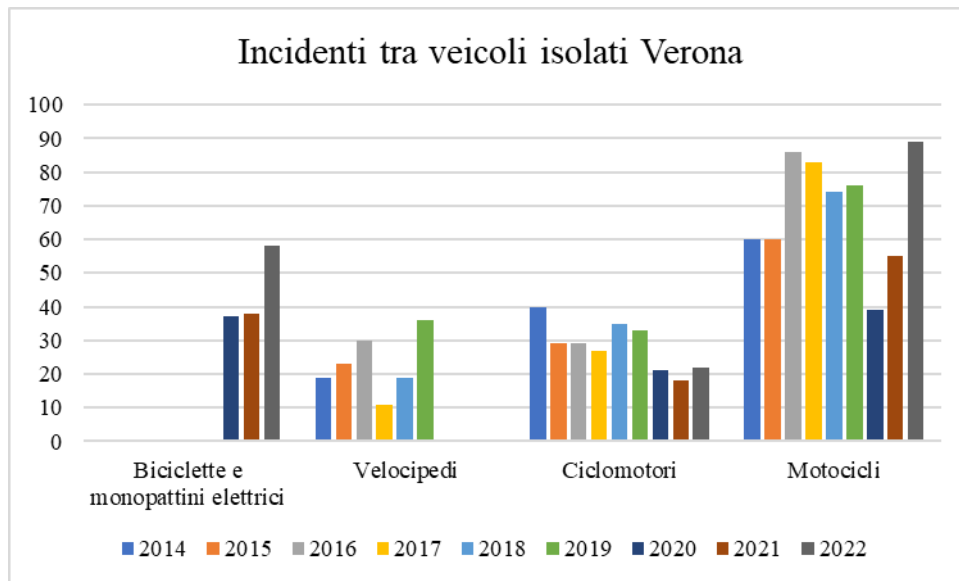


Figura 19 – Incidenti tra veicoli isolati Verona – Fonte ISTAT tab.3.4

Dalle figure 18 e 19 si può notare come l'aumento della velocità di percorrenza comporti ad un numero maggiore di incidenti, anche tra soli veicoli isolati.

CAPITOLO 3- POSSIBILI SOLUZIONI PER RIDURRE GLI INCIDENTI E CASI STUDIO

I mezzi per la micromobilità elettrica vengono considerati diversamente nei vari paesi europei, infatti ciò è stato accertato dallo studio condotto *dal Forum of European Road Safety Research Institute*.

Si riporta nella tabella 1 i paesi in cui è stato fatto lo studio, la categoria a cui i monopattini elettrici appartengono ed il limite di età per l'utilizzo.

| Paese | Categoria | Limite di età |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| Finlandia | Pedoni | Nessun limite |
| Repubblica Ceca | Ciclisti | Questione incerta |
| Danimarca | Ciclisti | 15 |
| Italia | Ciclisti | 18 |
| Norvegia | Ciclisti | Nessun limite |
| Polonia | Ciclisti | Nessun limite |
| Svizzera | Ciclomotori | 14 |
| Portogallo | Ciclomotori | 16 |
| Svezia | Ciclomotori | Nessun limite |
| Austria | Monopattini | 12 |
| Belgio | Monopattini | Nessun limite |
| Germania | Monopattini | 14 |
| Spagna | Monopattini | Nessun limite |
| Francia | Monopattini | 12 |
| Ungheria | Senza categoria | Nessun limite |

Tabella 1 – Paesi, categorie e limite di età per l'utilizzo di monopattino elettrico

Si nota quindi come nell'unione europea ci siano varie categorie e varie limitazioni a seconda del paese in cui ci si trova a condurre un monopattino elettrico. Inoltre, si nota come anche le normative vigenti siano diverse a seconda della nazione, si riportano quelle di alcuni paesi in tabella 2.

| | |
|-------------|--|
| Regno Unito | <p>In alcuni territori la velocità massima consentita è di 24 km/h, in altri è inferiore. Alcune contee richiedono la patente, mentre altre no.</p> <p>Essendo sprovvisti di luci e frecce, i monopattini elettrici non sono ammessi sulle strade pubbliche. I monopattini elettrici sono soggetti alle stesse norme in vigore per gli scooter.</p> |
| Francia | <p>In questa nazione si possono guidare i monopattini elettrici solo superati i 12 anni, ma si può circolare su strade extraurbane o marciapiedi. Il limite di velocità consentito è di 25 km/h, in caso di infrazione la multa è pari a 1500 euro.</p> <p>Sulle strade ad alta velocità è obbligatorio l'uso di casco e giubbotto catarifrangente.</p> |
| Germania | <p>In Germania i monopattini elettrici sono maggiormente regolarizzati. Possono circolare solo se in possesso di adesivo ABE, concesso solo ai monopattini che rispondono agli standard governativi, devono essere dotati di assicurazione; sono richieste luci frontali e posteriori, freni indipendenti, clacson e non possono superare la potenza di 1500 Watt e la velocità di 20 km/h.</p> <p>I conducenti devono avere almeno 14 anni.</p> |

| | |
|--------|--|
| Spagna | Sono legali solo da gennaio 2021. La velocità massima consentita è di 25 km/h, il casco è opzionale, il giubbotto catarifrangente è obbligatorio. E' vietato circolare su marciapiede, gallerie e superstrade. |
|--------|--|

Tabella 2 – Norme legislative nei paesi europei per l'utilizzo di monopattino elettrico

L'uso di mezzi per la micromobilità, in tutti i paesi sopracitati, avviene principalmente tramite i servizi di sharing sulla base di sistemi free-floating, cioè una modalità di spostamento che permette di lasciare il mezzo in un punto diverso rispetto a quello di partenza, senza doverlo riporre in appositi stalli.

In Italia, ciascun comune che aderisce a questa modalità di circolazione deve redigere un piano urbano per la mobilità; si è deciso di prendere in analisi il comune di Padova. Il piano urbano redatto si basa su concetti di rete, continuità e sicurezza; infatti, il comune di Padova, già nel 2018, offriva 168 km di itinerari ciclabili che risultano tuttora utilizzabili quotidianamente.

A Padova nel 2018 è stato attivato il servizio di bike sharing, che funziona con biciclette pubbliche a pedalata tradizionale e pedalata assistita, dislocate in diverse stazioni di ricovero del territorio urbano. Questo sistema consente il prelievo presso apposite stazioni di ricovero e il deposito in siti diversi da quello di prelievo. L'identificazione dell'utente avviene mediante tessera elettronica e codice di identificazione personale forniti dal gestore al sistema. Il sistema è in grado di identificare l'utente in tempo reale e di verificare le operazioni di prelievo e di riconsegna del mezzo ed eventualmente di disabilitare da remoto l'utente, nel caso di uso non corretto.



Figura 20 – Servizio di bike sharing Padova

Il servizio di bike sharing di Padova, quindi, ha come scopo quello di integrarsi con i servizi di:

- trasporto pubblico locale, per piccoli spostamenti di interscambio;
- parcheggi scambiatori, per l'interscambio auto-bici negli spostamenti medio-lunghi;
- spostamento degli studenti universitari;
- turismo locale e termale.

L'area interessata dal servizio comprende prevalentemente il centro storico e i quartieri limitrofi dove sono presenti le stazioni di ricovero per le biciclette; mentre, nel caso in cui si utilizzi una bicicletta che fa parte di servizi di sharing in modalità free-floating essa può essere riposizionata in qualsiasi luogo.

Il comune di Padova dal 2021 ha adottato anche un servizio di monopattini in sharing a flusso libero che è atto a garantire una riduzione del traffico veicolare. Questo servizio permette, quindi, di aumentare l'offerta di forme di mobilità alternative e complementari al trasporto pubblico su autobus o tram.

Ad aggiudicarsi l'appalto per il servizio di monopattino-sharing sono state le aziende Dott e Bit Mobility; in entrambi i casi il noleggio avviene tramite l'utilizzo di un'applicazione

su smartphone e come da normativa il servizio è accessibile solamente agli utenti maggiorenni.

I monopattini elettrici in servizio sono omologati CE – direttiva 2006/42/CE e sono configurati in modo tale da rispettare i requisiti tecnici e costruttivi previsti dal decreto ministeriale 229/2019.

Per garantire l'utilizzo corretto, andando a limitare il transito in alcune zone di elevato valore storico, il comune di Padova ha redatto un piano urbano per la circolazione dei mezzi di micromobilità elettrica. Le zone in cui è vietato il transito sono:

- area pedonale del centro storico “Liston”;
- all'interno delle principali aree di pregio storico, culturale e artistico;
- all'interno del perimetro della zona industriale di Padova, eccetto piste ciclabili, percorsi ciclabili adiacenti al marciapiede, percorsi promiscui ciclopedonali;
- all'interno dei mercati fissi e di quelli settimanali;
- nei parchi e aree verdi ove non ci siano percorsi ciclo-pedonali;
- sulle Riviere, dove avviene il transito del tram similmente alle biciclette.

Per quanto riguarda la sosta dei monopattini essa è vietata nelle principali aree di pregio storico, culturale, artistico, nella zona delle piazze e nei ponti e/o strade in prossimità di zone arginali, parchi fluviali e giardini pubblici.

In seguito si riportano le immagini ricavate dalle applicazioni delle aziende in servizio Dott e Bit Mobility per quanto riguarda le aree in cui è possibile circolare con i monopattini elettrici.



Figura 21- Legenda delle varie zone in concordanza con quanto definito dall'amministrazione comunale (Bitt)

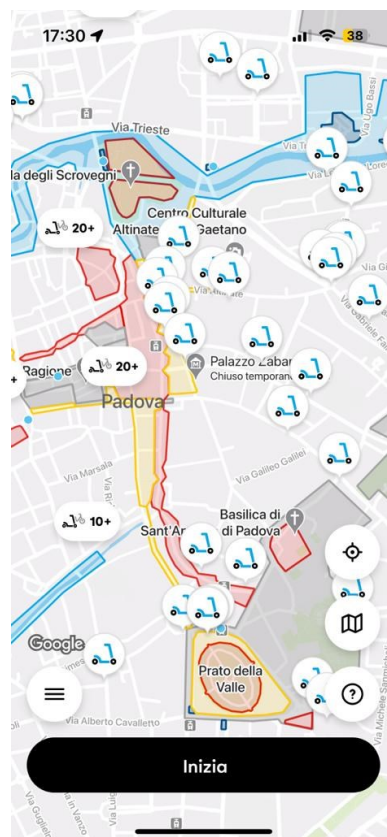


Figura 22 – Zone del centro storico di Padova dove la circolazione è vietata, zona a bassa velocità e zona con divieto di parcheggio (Bitt)

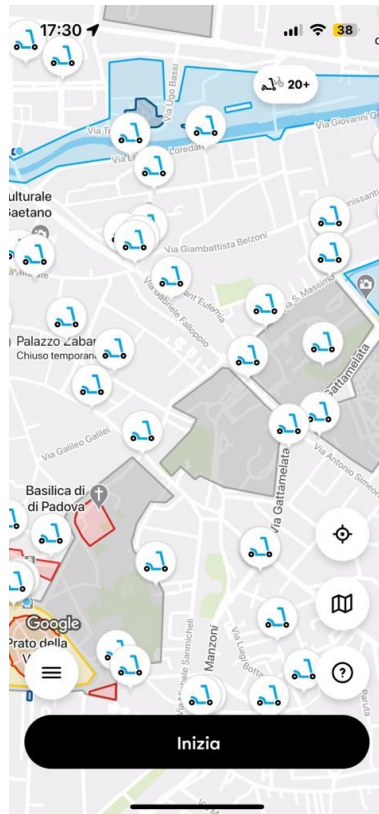


Figura 23 - Zona in cui il parcheggio è vietato e zona in cui esso è possibile (Bitt)

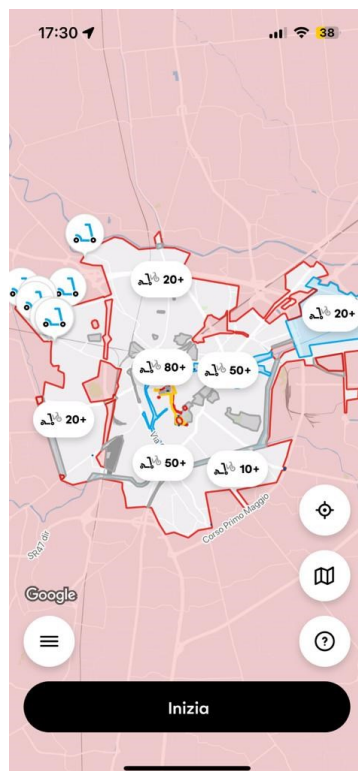


Figura 24 – Zona rossa è dove la circolazione è vietata, si nota come sia possibile circolare fino alla zona industriale di Padova Est

Nel caso in cui la legge venga violata sono presenti delle sanzioni amministrative variabili a seconda dell'infrazione eseguita.

Nel caso in cui il monopattino abbia un motore con una potenza nominale continua superiore a 2 kW è previsto il ritiro del mezzo.

La sanzione amministrativa è tra i 100 e 400 euro nei seguenti casi:

- dotazione del monopattino incompleta secondo le prescrizioni del DM 04/06/2019;
- circolazione con un monopattino di potenza superiore a 500 Watt;
- circolazione su strade urbane con limite superiore a 50 km/h o su strada extraurbana al di fuori della pista ciclabile o percorso ciclopedonale;
- circolazione su carreggiata di monopattino elettrico con velocità superiore a 25 km/h, su area pedonale di monopattino elettrico con velocità superiore a 6 km/h.

La sanzione amministrativa è tra 50 e 200 euro nei seguenti casi:

- circolazione senza casco (per i minorenni);
- circolazione senza giubbotto riflettente dopo mezz'ora dal tramonto;
- se si circola affiancati a un altro monopattino;
- se si traina un monopattino e si fa trainare il proprio monopattino.

Nonostante le regole e le sanzioni amministrative previste l'uso scorretto del monopattino elettrico ha causato un aumento degli incidenti nella categoria degli utenti deboli. Analizzando il problema si nota però che la maggior parte degli incidenti avviene a causa di monopattini elettrici privati, dato che i sistemi di sharing devono soddisfare alcuni requisiti molto rigidi. La polizia locale di Padova, infatti, ha constatato che sono presenti molti mezzi privati che risultano manomessi o con potenza nominale al di sopra dei 500W. Inoltre, i mezzi privati non sono sottoposti a manutenzione ordinaria e controlli costanti, quindi si denota come i sistemi di sicurezza possano diventare obsoleti con un eccessivo utilizzo. Inoltre, in ottica di sicurezza stradale, nei mezzi privati essa dipende esclusivamente dal corretto utilizzo e rispetto delle regole da parte degli utilizzatori.

Si nota quindi come ci siano delle differenze abissali tra i monopattini elettrici in sharing e quelli privati a partire dalla struttura del monopattino stesso: quelli in sharing hanno

spesso ruote molto più grandi, hanno due freni ed in generale la robustezza e la stabilità sono molto superiori rispetto quelli privati. Sebbene siano presenti queste differenze, in generale, i monopattini elettrici non sono un mezzo sicuro con cui circolare in Italia, infatti, essi richiederebbero uno spazio nella sede stradale dedicato. Per questo motivo si riportano ora delle possibili soluzioni che potrebbero andare a limitare il tasso di incidentalità per i monopattini elettrici.

La prima possibile soluzione è quella di andare a segnalare, attraverso una adeguata cartellonistica stradale, la circolazione di mezzi per la micromobilità elettrica. Nel DM n.229 del 04/06/2019, allegato 3, in materia di micromobilità elettrica, vengono inseriti per la prima volta alcuni segnali. Il primo indica che nella zona di centro abitato il limite di velocità è di 30 km/h e nella sede stradale c'è la possibilità di incontrare sia biciclette che monopattini e segway. Nonostante ciò il comune può decidere che in alcuni tratti, pur essendoci queste caratteristiche, la circolazione di tali mezzi sia vietata.



Figura 25 – Segnale per la micromobilità elettrica

Il secondo segnale (figura 26) sta ad indicare che nelle zone pedonali è consentita la circolazione anche a monowheel e hoverboard, oltre ai monopattini elettrici e segway. I monowheel e hoverboard, infatti, non possono circolare dove ci sono i 30 km/h di

limite e sulle piste ciclabili. Questo cartello solitamente va ad integrare quello che indica l'inizio dell'area pedonale.

Il secondo segnale, (figura 27) invece, sta ad indicare i percorsi riservati: segnali con fondo blu.



Figura 26 – Segnale per la micromobilità elettrica di hoverboard e monowheel



Figura 27 – Segnali per la micromobilità elettrica per percorsi riservati

Nonostante lo sforzo legislativo per andare a creare questi nuovi segnali in modo tale da rendere la circolazione degli utenti di mezzi di micromobilità più sicura, gli utenti comunque violano le regole. Questa soluzione potrebbe essere molto più efficace se venissero anche riammodernate le strade urbane, andando a creare apposite corsie per i soli utenti di mezzi di micromobilità. Si riportano ora degli esempi virtuosi di città dove

si è riusciti ad ottenere una “convivenza armoniosa” tra mezzi di micromobilità e traffico veicolare pesante.

3.1 Città di Portland

Nel 2022 nella città di Portland, Oregon USA, l’utilizzo di monopattino elettrico ha superato il milione di viaggi, infatti, le stime riportano come gli utenti abbiano percorso oltre 1,2 milioni di miglia. Il grande successo è dovuto a un programma a lungo termine che ha obiettivi predefiniti, il principale è quello di andare a ridurre le miglia percorse dai veicoli a propulsione petrolifera per combattere il cambiamento climatico. Inoltre, è stata posta grande attenzione sul concetto di sicurezza, guida responsabile e protezione per gli utenti vulnerabili di monopattini elettrici.

Si riporta la mappa sull’utilizzo dei monopattini elettrici nel centro città, si osserva come ci sia stato un numero significativo di passeggeri, in particolar modo lungo la 122nd Avenue.

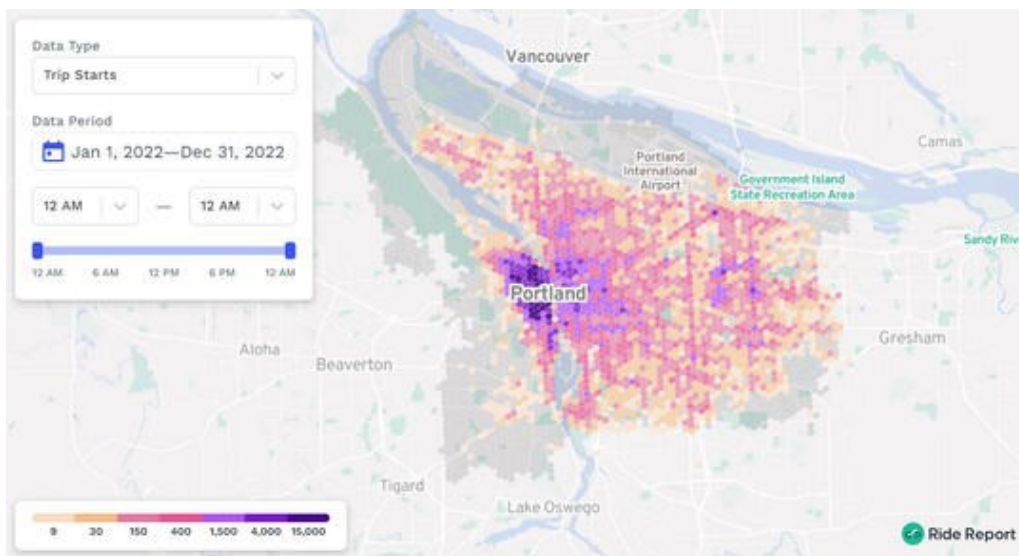


Figura 28 – Mappa sull’utilizzo dei monopattini elettrici nel centro città Portland

Nello studio svolto si è notato come il numero di viaggi vari a seconda della stagione meteorologica, ovviamente la maggior parte delle corse si è verificata durante i mesi estivi con più di 1000 viaggi al giorno.

Inoltre, nell'analisi dei dati si è evidenziato come il 56% dei viaggi in monopattino elettrico sia stato di un miglio, quindi, l'utilizzo del monopattino elettrico è soggetto a un ritmo più elevato per viaggi a breve distanza. In America, tale mezzo viene usato per il collegamento con altre stazioni di intercambio, andando a costituire una connessione intermodale.

Si è scelto di considerare la città di Portland come esempio virtuoso nel risolvere il conflitto tra monopattino elettrico-autovetture e monopattino elettrico-pedoni, perché in questa città è presente un programma a lungo termine per i monopattini elettrici dove si è deciso di inserire delle corsie preferenziali per l'utilizzo del mezzo in alcune aree, come nella foto che è stata scattata lungo la ciclabile di Natio.

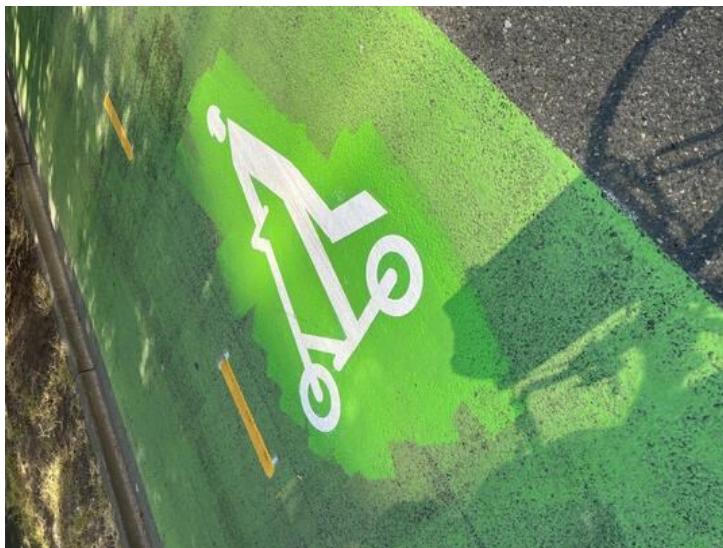


Figura 29 – Corsia preferenziale per monopattini elettrici Città di Portland

Lungo la ciclabile di Natio, infatti, sono stati svolti degli interventi di riammodernamento della sede stradale, per garantire determinati standard di sicurezza stradale sia lungo le corsie riservate per gli utenti vulnerabili sia nelle intersezioni tra le varie tipologie di veicoli. Nell'immagine sottostante si riportano le condizioni presenti prima del lavoro di riqualificazione urbana e la condizione finale, a colpo d'occhio si nota come la soluzione trovata si di gran lunga più sicura rispetto a quella iniziale.



SW Naito Parkway at midblock pedestrian crossing: Existing Conditions



SW Naito Parkway at midblock pedestrian crossing: Proposed improvements



SW NAITO PARKWAY IMPROVEMENT PROJECT
DRAFT Before and After Comparison
January 2018

Figura 30 – Riqualificazione urbana città di Portland

A livello delle intersezioni, invece, nella città di Portland si usa il cosiddetto “box turn” per garantire ai ciclisti e utenti di mezzi di micromobilità una svolta sicura a sinistra negli incroci a più corsie. Questo sistema consiste nell’avere delle caselle di coda poste a metà attraversamento pedonale, il ciclista che intende svoltare deve aspettare due distinte indicazioni di verde per procedere con la manovra. Questo concetto potrebbe essere facilmente applicabile nelle intersezioni italiane per evitare lo scontro laterale tra utente vulnerabile e mezzo pesante.

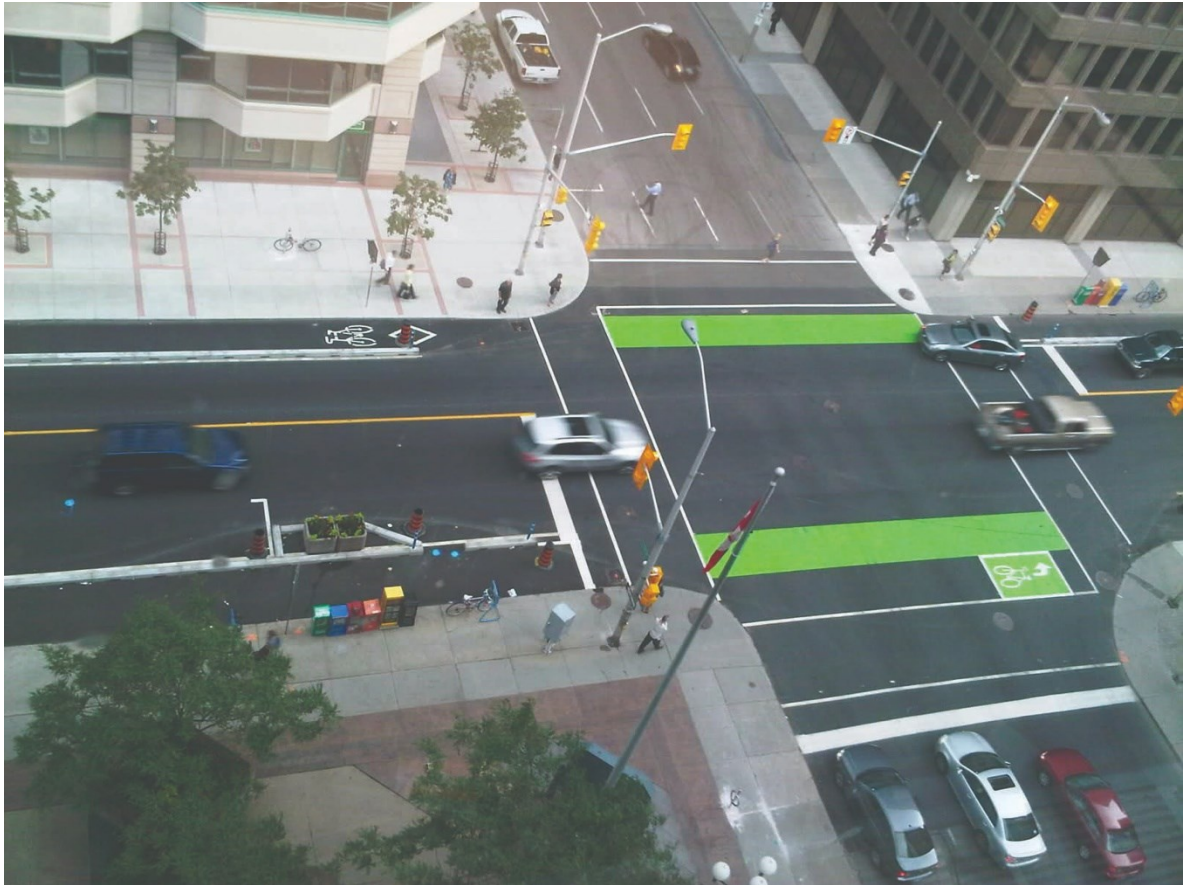


Figura 31– Esempio di “box turn” per biciclette

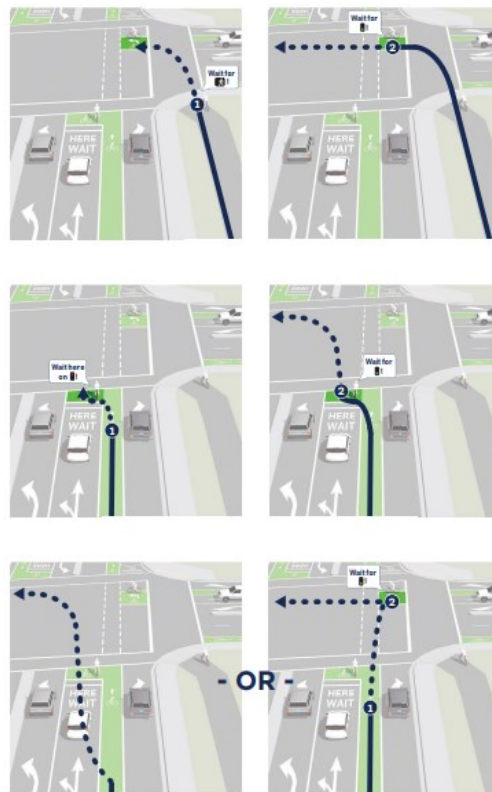


Figura 32– Esempio di manovre per la svolta a sinistra

3.2 Città di Copenaghen

Da gennaio 2019 a Copenaghen è stato legalizzato l'uso di monopattini elettrici, essi sono assimilati alle biciclette, quindi, possono circolare sulle piste ciclabili. In questo caso, gli utenti di mezzi di micromobilità devono accendere le luci quando fa buio e per poter condurre tali dispositivi bisogna avere un'età minima di 15 anni. A differenza dell'Italia in questa città è obbligatorio avere il casco.

Nella città di Copenaghen il parcheggio selvaggio dei monopattini elettrici in sharing ha causato il divieto di parcheggio lungo i marciapiedi e su tutto il suo pubblico del centro città. Il servizio che una volta era in sharing su base free-floating è diventato station-based, infatti, per andare a noleggiare un mezzo bisogna recarsi in appositi negozi specializzati, anche il noleggio di biciclette a trazione umana o propulsione elettrica viene svolto allo stesso modo.

Questa nuova misura potrebbe essere utilizzata anche in Italia per andare a limitare le situazioni di parcheggio selvaggio.

CONCLUSIONE

In questo elaborato si è analizzato il nuovo sistema di micromobilità elettrica, che sin dal suo avvento ha provocato una riduzione del traffico veicolare e dell'inquinamento urbano. Tale sistema, però, non ha solamente avuto effetti positivi, ma anche negativi: il numero di incidenti, che ha caratterizzato il primo triennio di vita di questa nuova modalità di spostamento, è elevato.

I risultati dell'analisi eseguita indicano come l'incidentalità del monopattino elettrico, seppur in aumento, rimane inferiore rispetto all'incidentalità dovuta all'utilizzo di motocicli. Ad ogni modo il problema relativo alla sicurezza stradale degli utenti di mezzi di micromobilità elettrica richiede un rapido intervento. Si è verificato, infatti, come sia necessario andare a riorganizzare il contesto urbano in modo tale da permettere a tutte le tipologie di veicolo di poter procedere in ottime condizioni di sicurezza lungo la propria traiettoria e nelle intersezioni.

Nei decenni nei centri urbani delle città sono stati fatti alcuni cambiamenti in modo tale da garantire inclusività a ciascun utente della strada, ad esempio sono stati separati i pedoni e le biciclette dalle automobili, andando, quindi, a diminuire il rischio di lesioni. La soluzione al problema della promiscuità tra automobili e utenti di monopattini elettrici è quella di andare a creare delle corsie preferenziali e riservate per i vari utenti, come nel caso della città di Portland.

Di seguito si riporta un'immagine dove sono rappresentati degli esempi di larghezza di corsia per pedoni, utenti di micromobilità elettrica e veicoli pesanti.

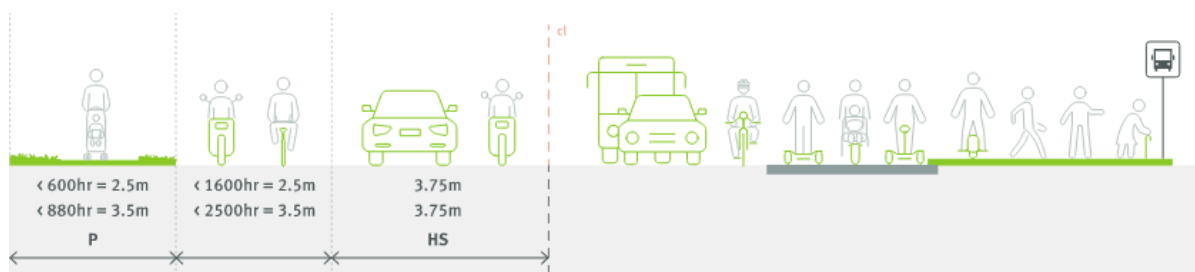


Figura 33 – Esempio di larghezza di corsia per pedoni, micromobilità elettrica e mezzi pesanti

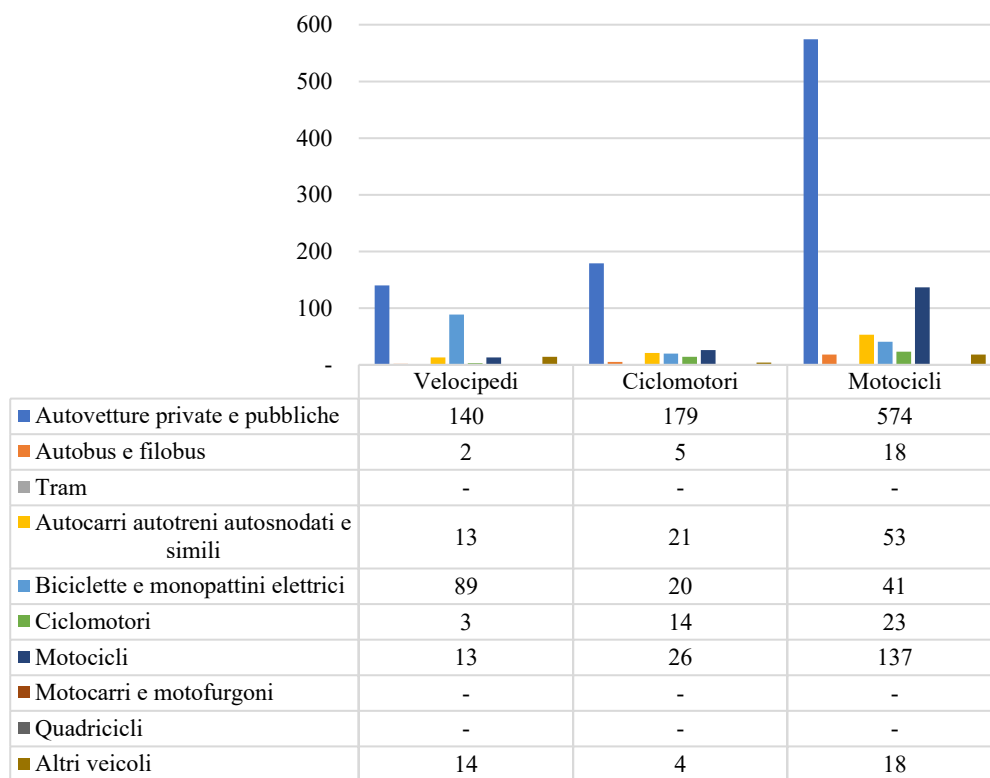
La riprogettazione delle strade, quindi, è l'unica soluzione che limiterà il tasso di incidenti tra veicoli pesanti e mezzi leggeri quando essi percorrono la propria traiettoria; mentre per quanto riguarda le intersezioni stradali ci sono varie opzioni di riprogettazione:

- installazione di semafori che separino il movimento di auto e autobus con altri modi di trasporto;
- barriera fisica tra le corsie;
- incroci e incroci sopraelevati;
- utilizzo della "bike box" per i mezzi di micromobilità;
- utilizzo di "box turn".

Le soluzioni proposte non sempre potranno essere applicate facilmente, ma considerando di attuare un piano di investimenti a lungo termine che combina la sicurezza e l'inclusività di tutti gli utenti della strada si cercherà di creare delle aree in cui gli utenti vulnerabili potranno procedere con un livello di sicurezza elevato.

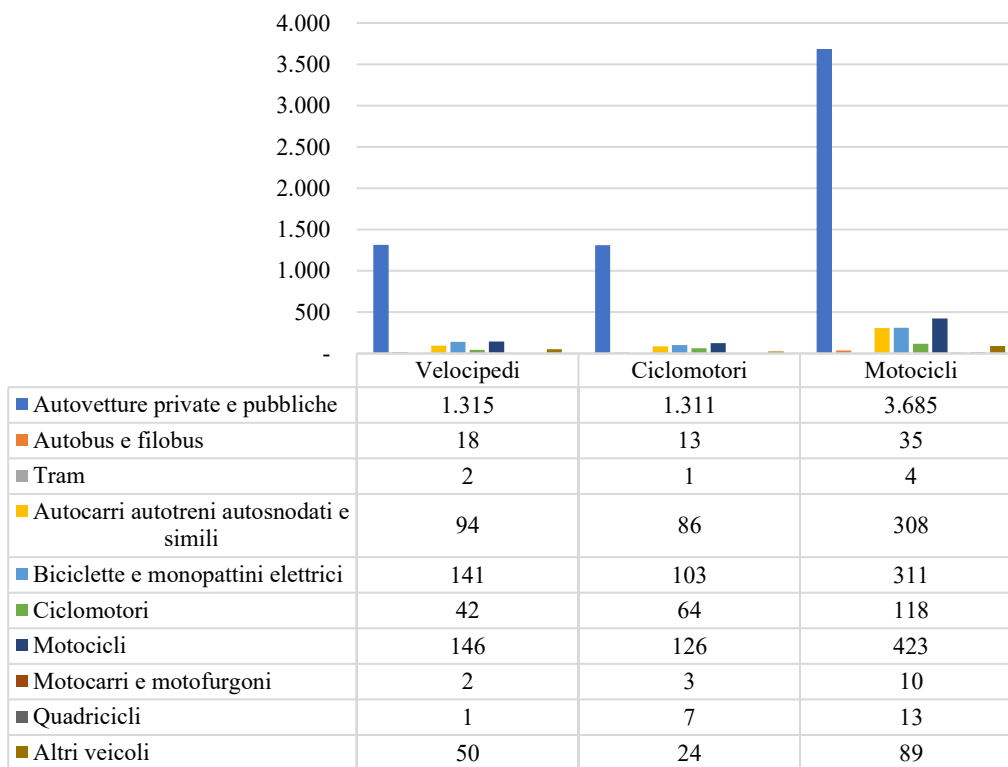
APPENDICE

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2014- scontro frontale



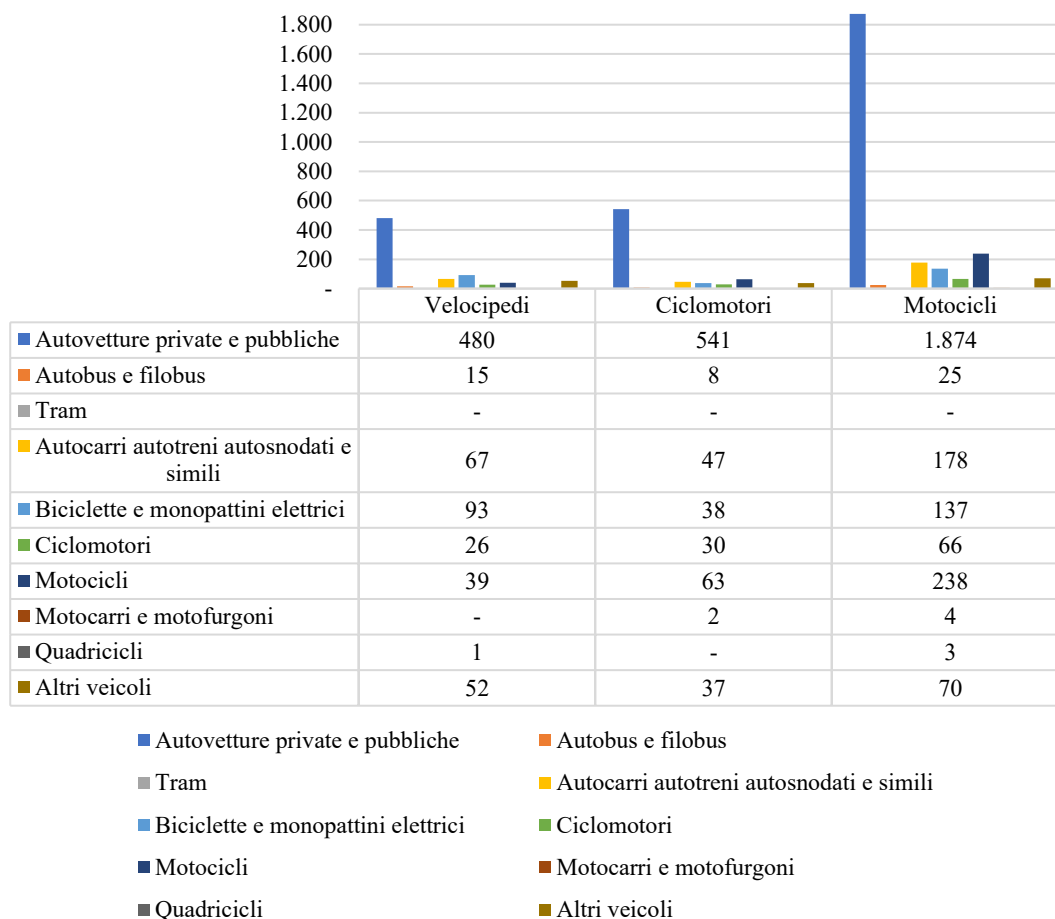
- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2014- scontro frontale - laterale

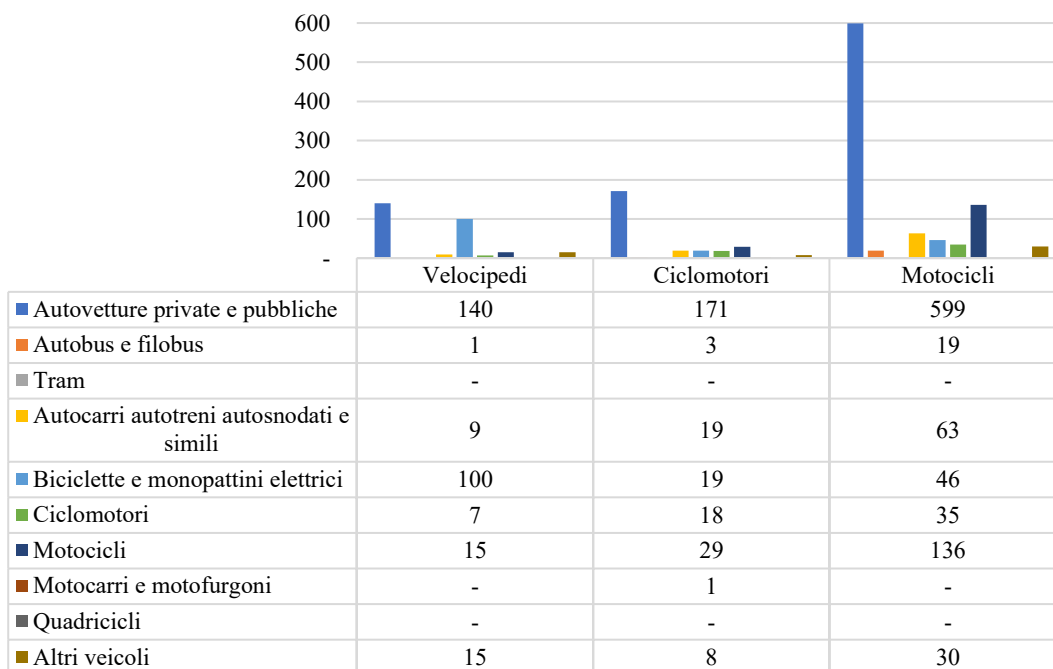


- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2014- scontro laterale

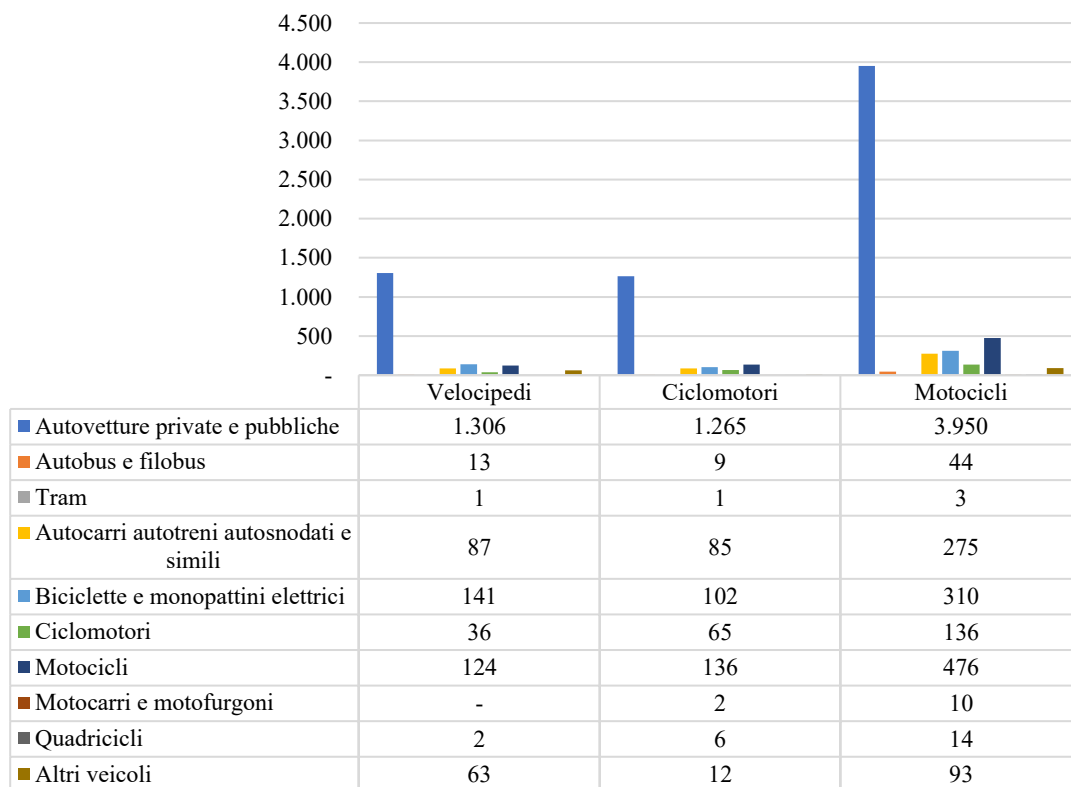


Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2015- scontro frontale



- Autovetture private e pubbliche
 - Tram
 - Biciclette e monopattini elettrici
 - Motocicli
 - Quadricicli
- Autobus e filobus
 - Autocarri autotreni autosnodati e simili
 - Ciclomotori
 - Motocarri e motofurgoni
 - Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2015- scontro frontale-laterale



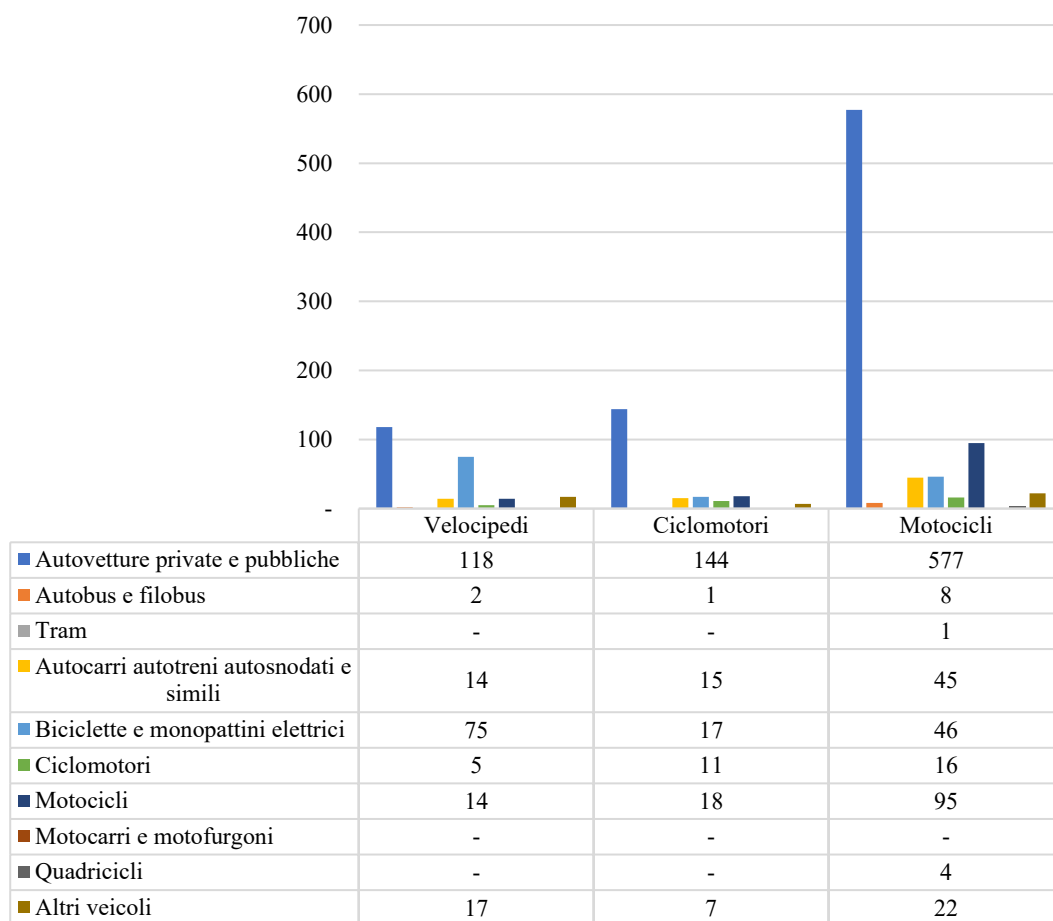
- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2015- scontro laterale



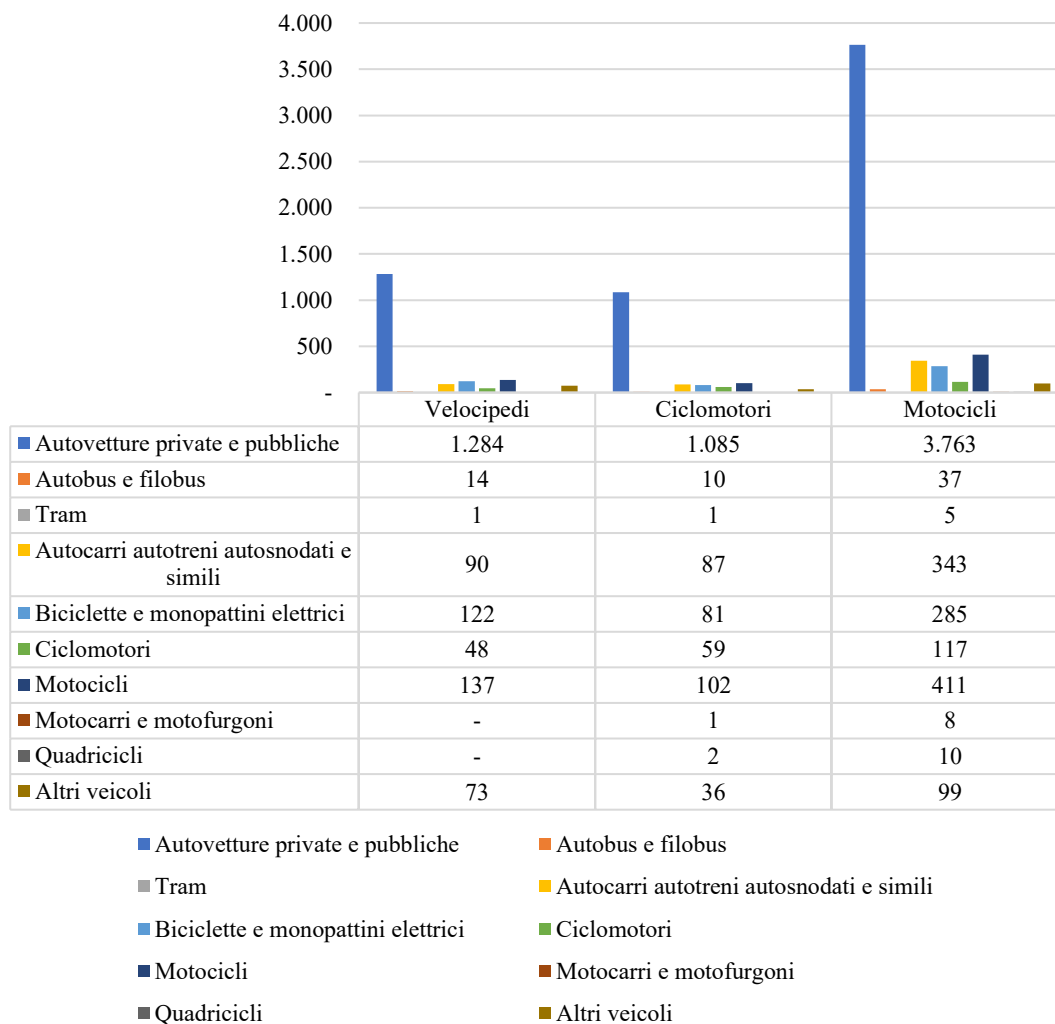
- Autovetture private e pubbliche
- Tram
- Biciclette e monopattini elettrici
- Motocicli
- Quadricicli
- Autobus e filobus
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Ciclomotori
- Motocarri e motofurgoni
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2016- scontro frontale

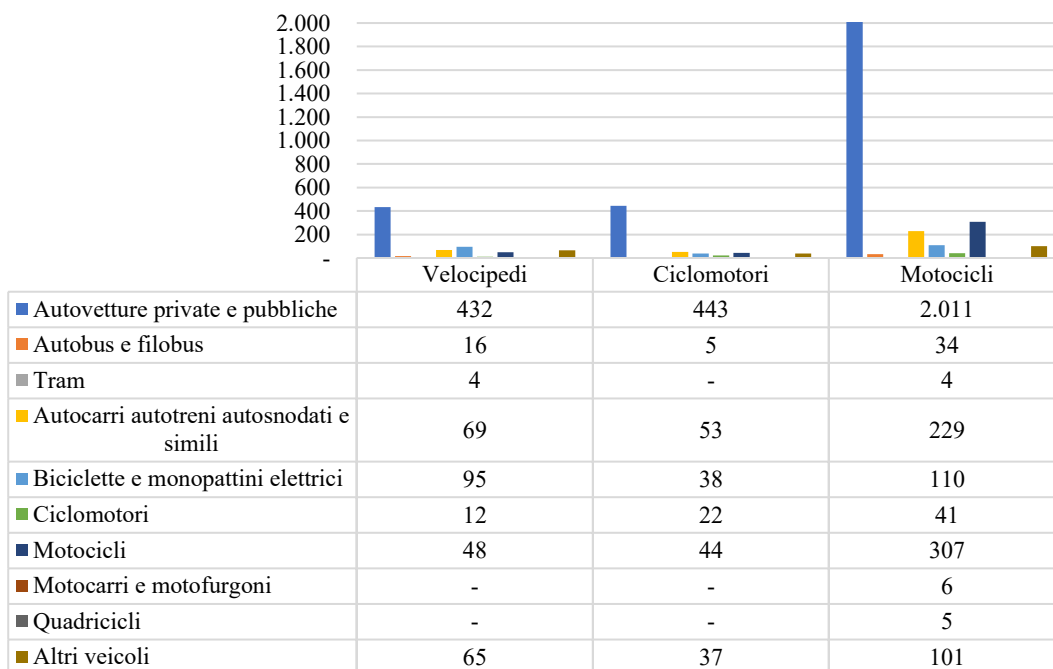


- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2016- scontro frontale -laterale

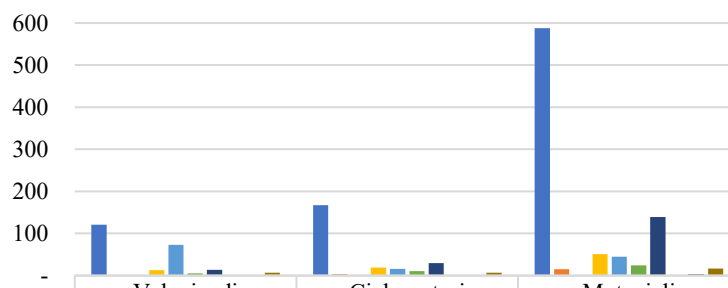


Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2016- scontro laterale



- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

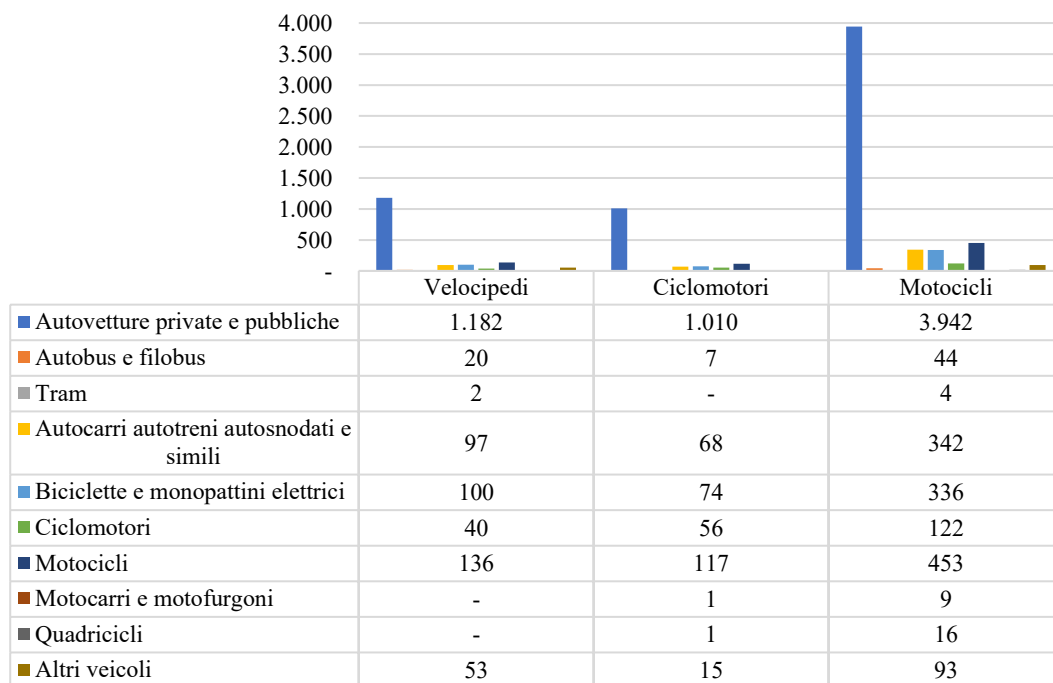
Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2017- scontro frontale



| | Velocipedi | Ciclomotori | Motocicli |
|--|------------|-------------|-----------|
| Autovetture private e pubbliche | 121 | 167 | 588 |
| Autobus e filobus | - | 4 | 15 |
| Tram | - | - | 2 |
| Autocarri autotreni autosnodati e simili | 13 | 19 | 51 |
| Biciclette e monopattini elettrici | 73 | 16 | 45 |
| Ciclomotori | 5 | 11 | 24 |
| Motocicli | 14 | 30 | 139 |
| Motocarri e motofurgoni | - | - | 1 |
| Quadricicli | - | - | 4 |
| Altri veicoli | 7 | 7 | 17 |

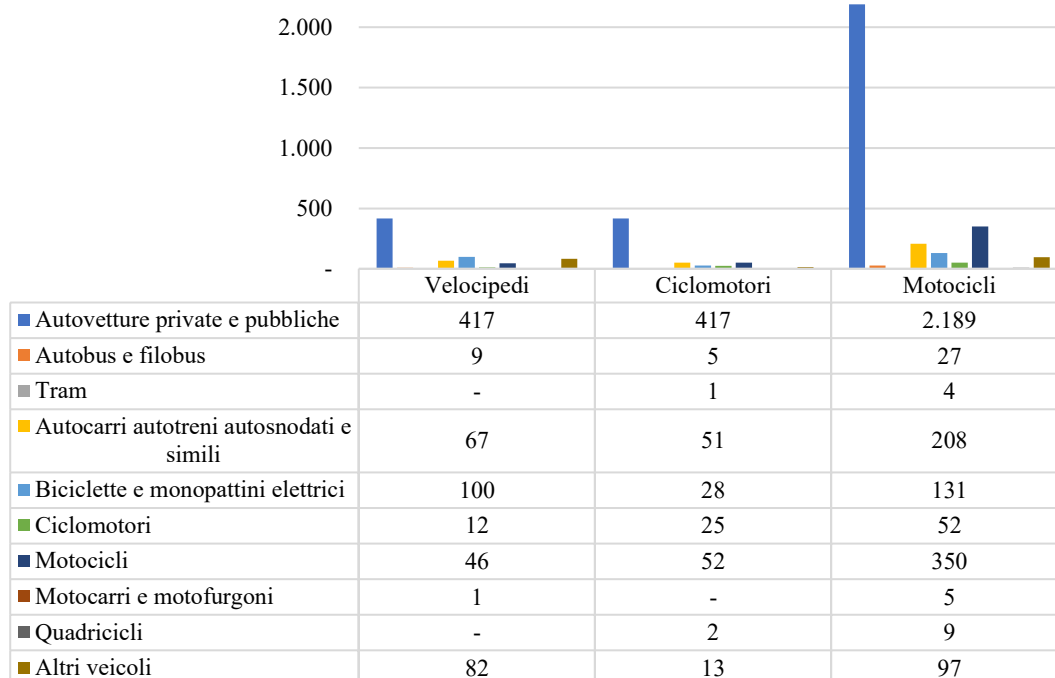
- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2017- scontro frontale - laterale



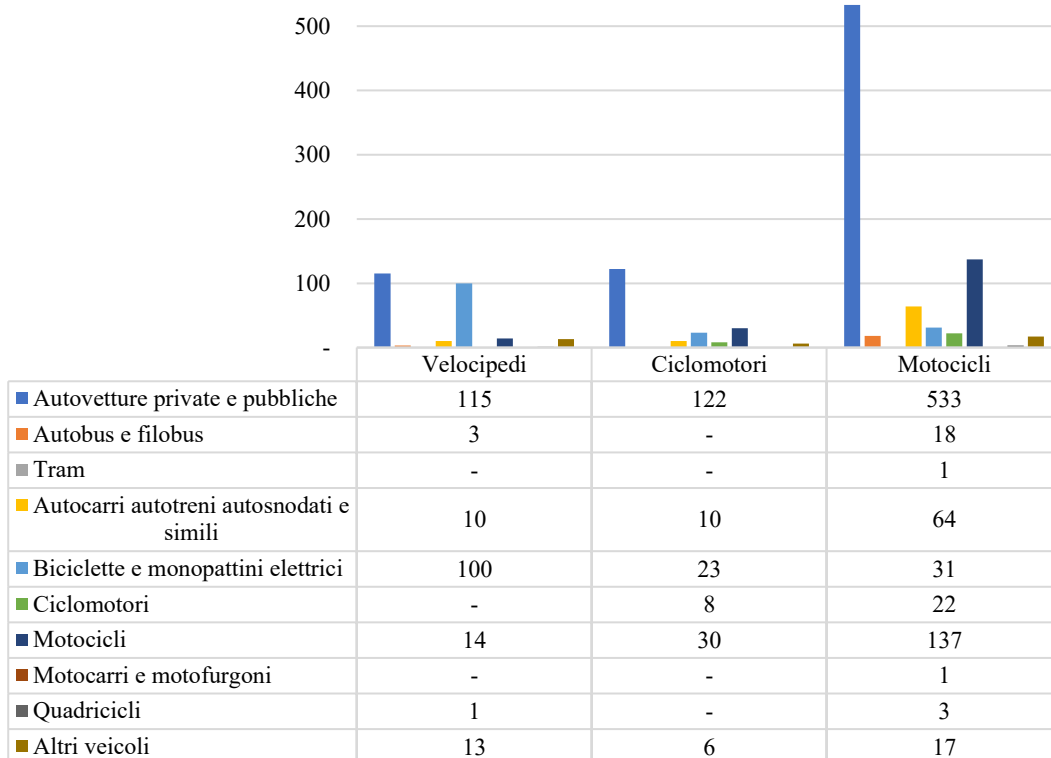
- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2017- scontro laterale



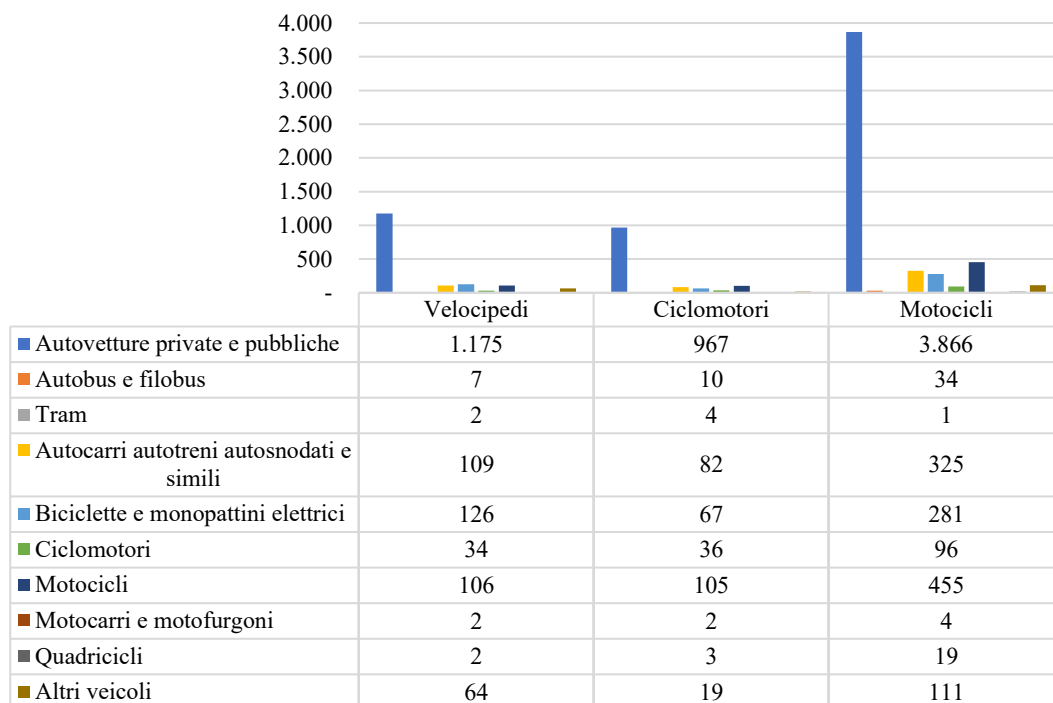
- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2018- scontro frontale



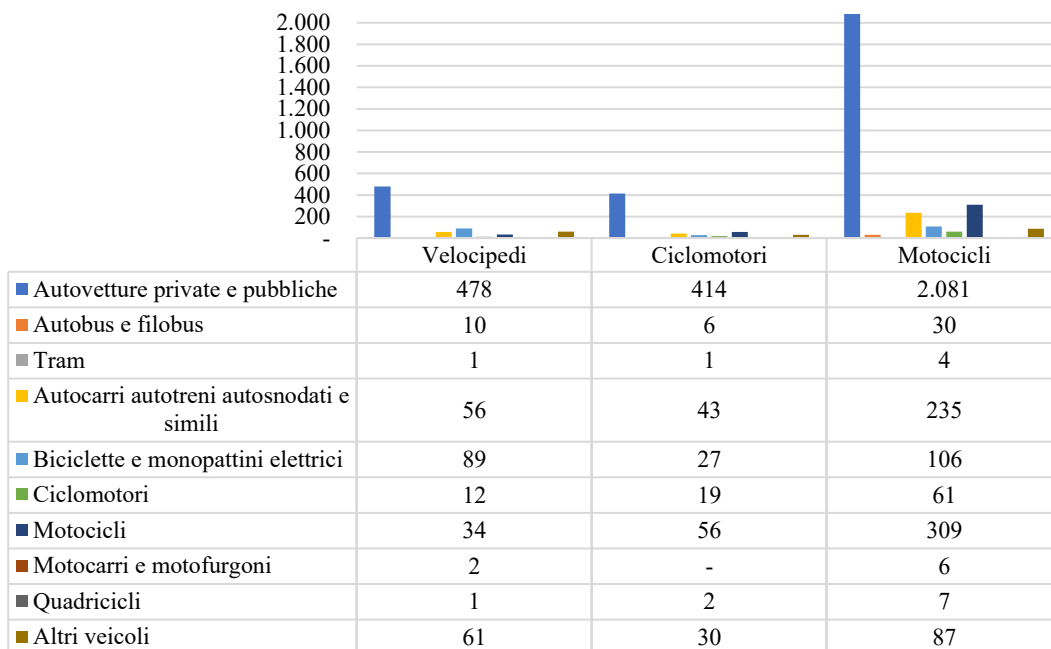
- Autovetture private e pubbliche
- Autocarro e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2018- scontro frontale-laterale



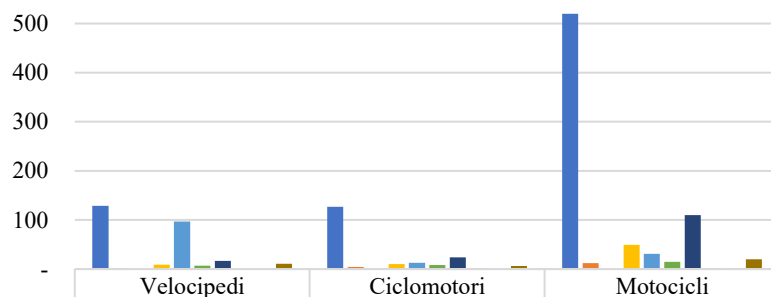
- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2018- scontro laterale



- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

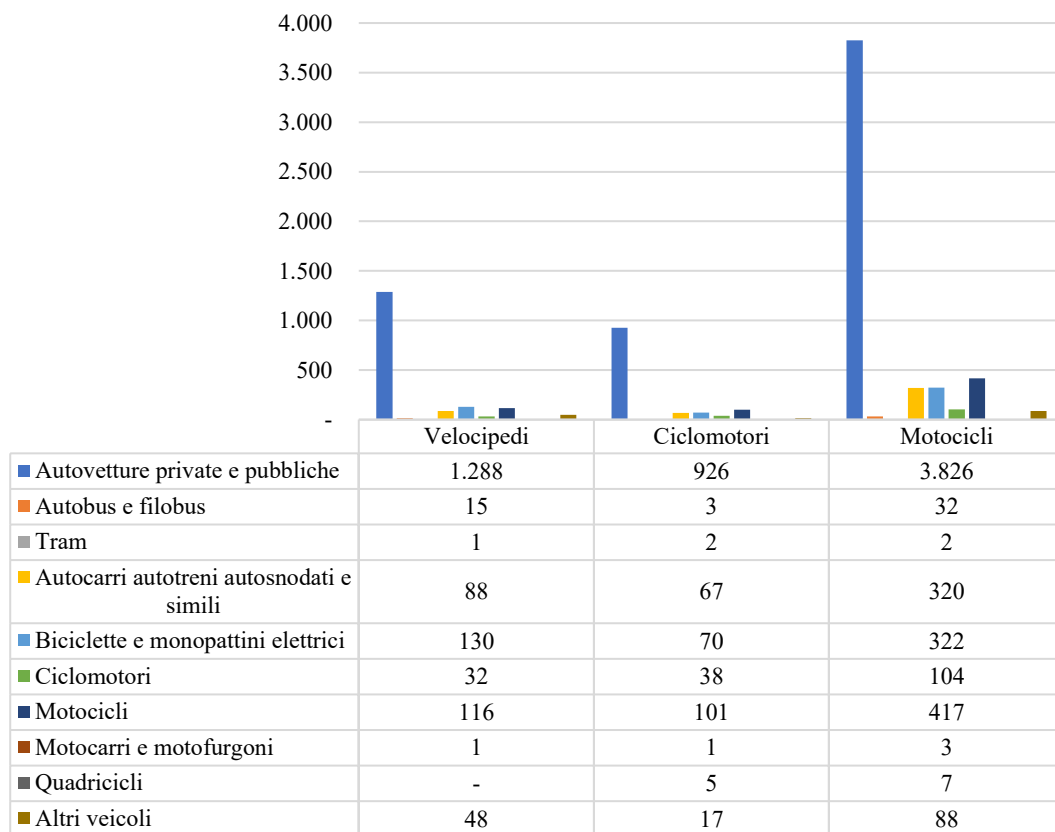
Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2019- scontro frontale



| | Velocipedi | Ciclomotori | Motocicli |
|--|------------|-------------|-----------|
| ■ Autovetture private e pubbliche | 129 | 127 | 520 |
| ■ Autobus e filobus | 1 | 4 | 12 |
| ■ Tram | - | - | - |
| ■ Autocarri autotreni autosnodati e simili | 9 | 10 | 49 |
| ■ Biciclette e monopattini elettrici | 97 | 13 | 31 |
| ■ Ciclomotori | 7 | 8 | 15 |
| ■ Motocicli | 17 | 24 | 110 |
| ■ Motocarri e motofurgoni | - | 1 | 1 |
| ■ Quadricicli | - | - | 2 |
| ■ Altri veicoli | 11 | 6 | 20 |

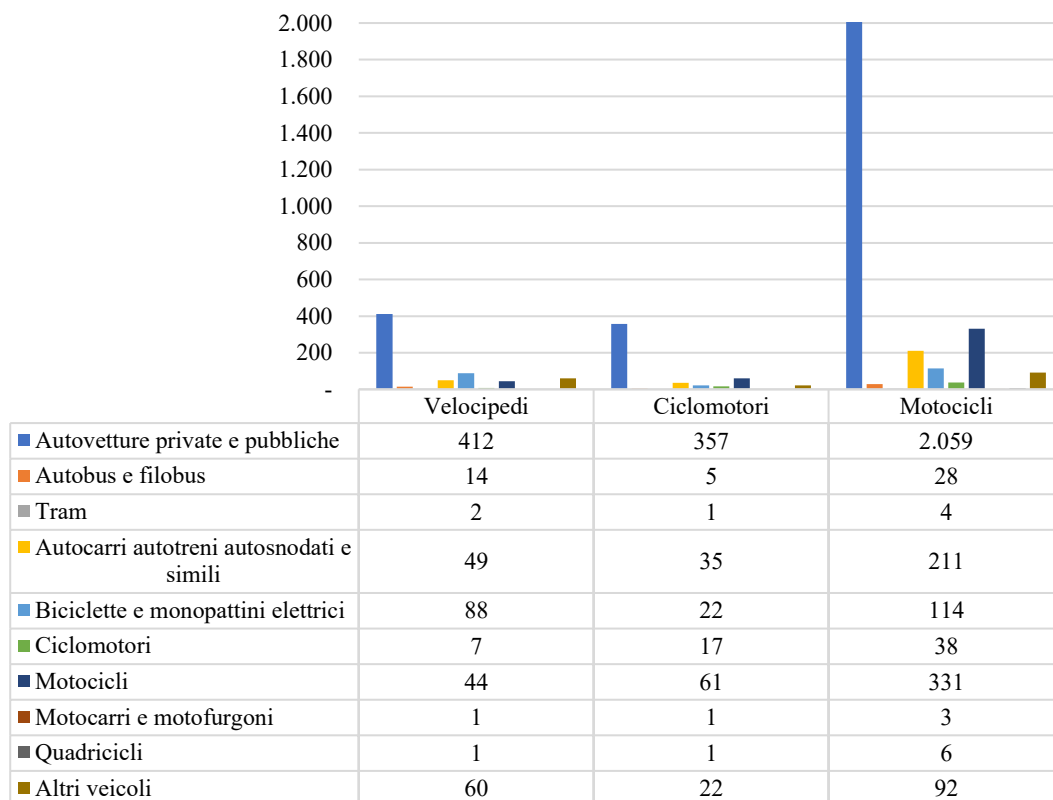
- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2019- scontro frontale-laterale



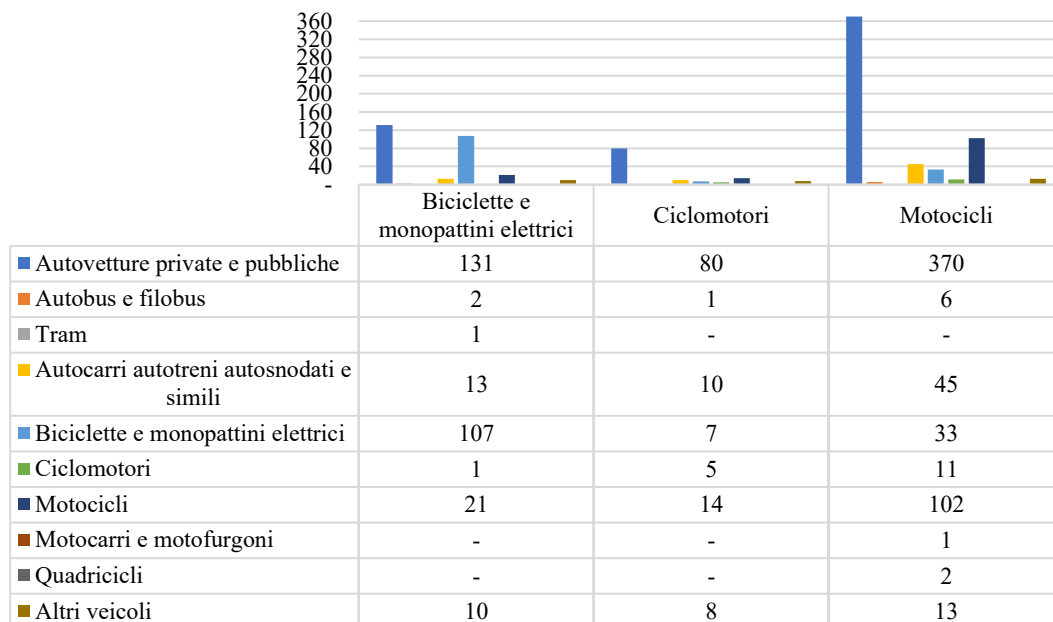
- Autovetture private e pubbliche
 - Tram
 - Biciclette e monopattini elettrici
 - Motocicli
 - Quadricicli
- Autobus e filobus
 - Autocarri autotreni autosnodati e simili
 - Ciclomotori
 - Motocarri e motofurgoni
 - Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2019- scontro laterale



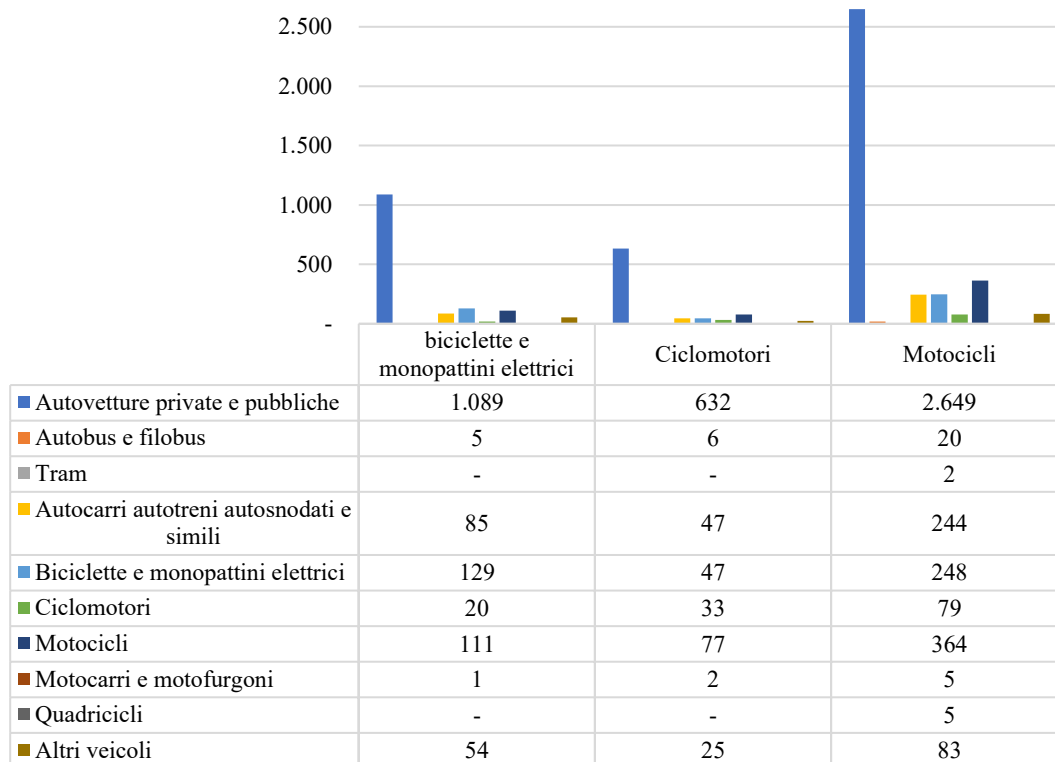
- Autovetture private e pubbliche
 - Tram
 - Biciclette e monopattini elettrici
 - Motocicli
 - Quadricicli
- Autobus e filobus
 - Autocarri autotreni autosnodati e simili
 - Ciclomotori
 - Motocarri e motofurgoni
 - Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2020- scontro frontale



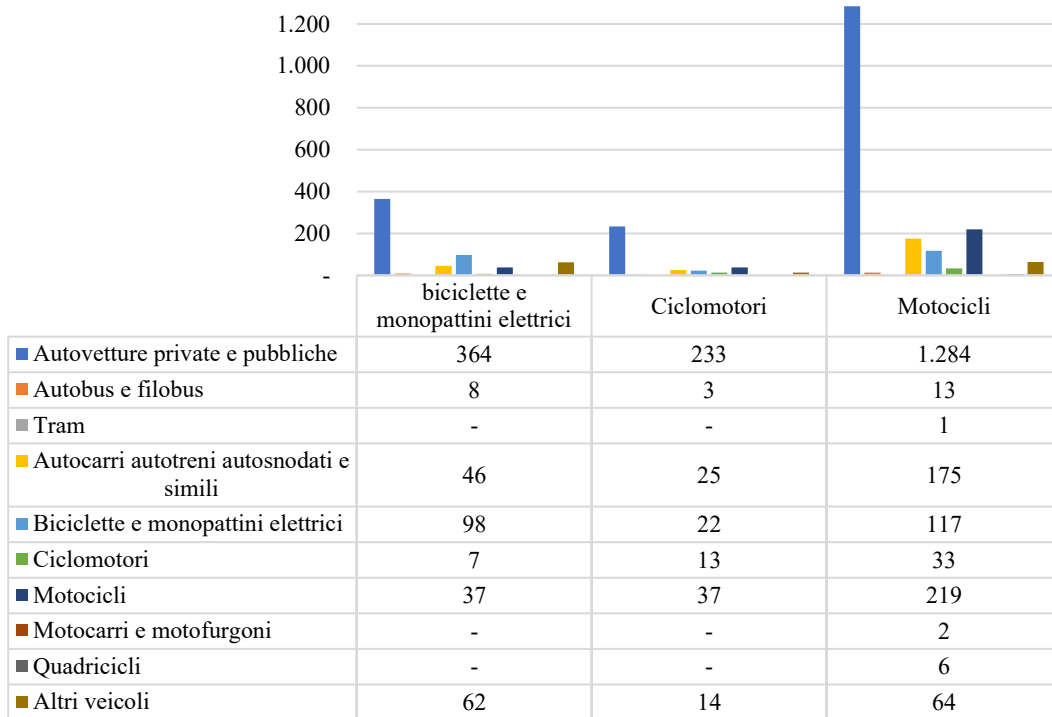
- Autovetture private e pubbliche
 - Tram
 - Biciclette e monopattini elettrici
 - Motocicli
 - Quadricicli
- Autobus e filobus
 - Autocarri autotreni autosnodati e simili
 - Ciclomotori
 - Motocarri e motofurgoni
 - Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2020- scontro frontale-laterale



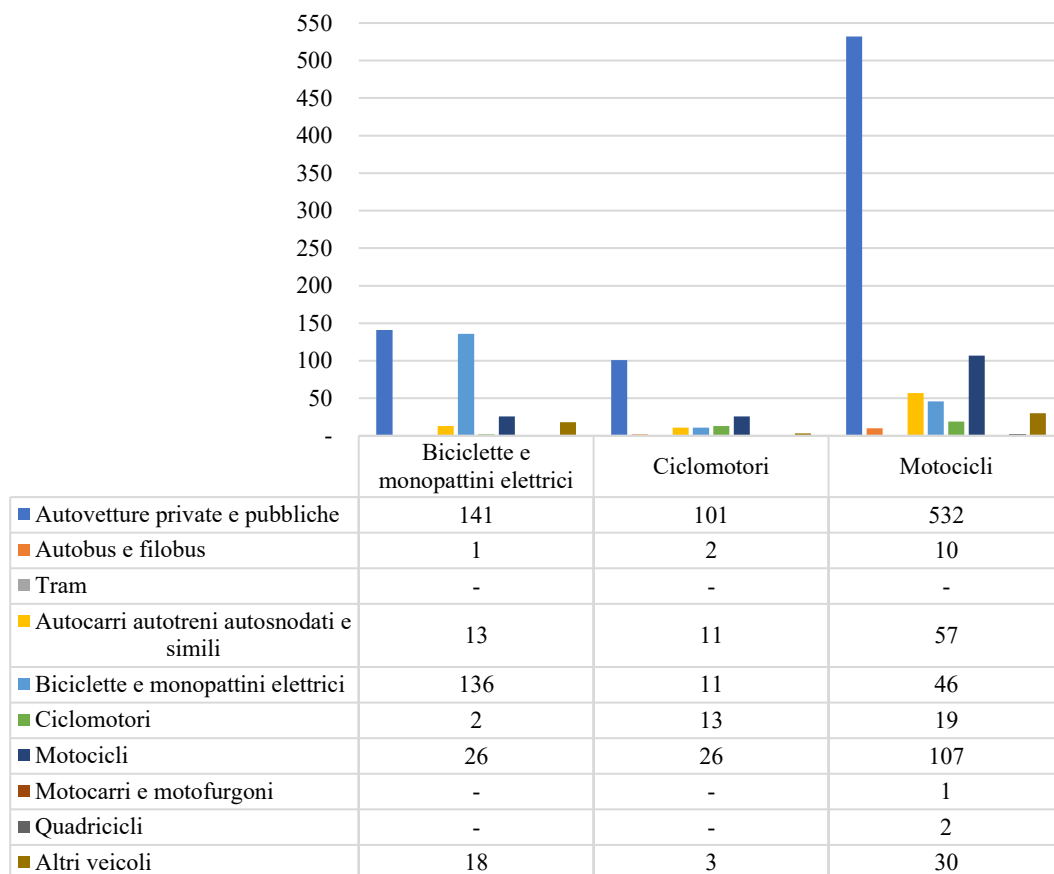
- Autovetture private e pubbliche
 - Tram
 - Biciclette e monopattini elettrici
 - Motocicli
 - Quadricicli
- Autobus e filobus
 - Autocarri autotreni autosnodati e simili
 - Ciclomotori
 - Motocarri e motofurgoni
 - Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2020- scontro laterale



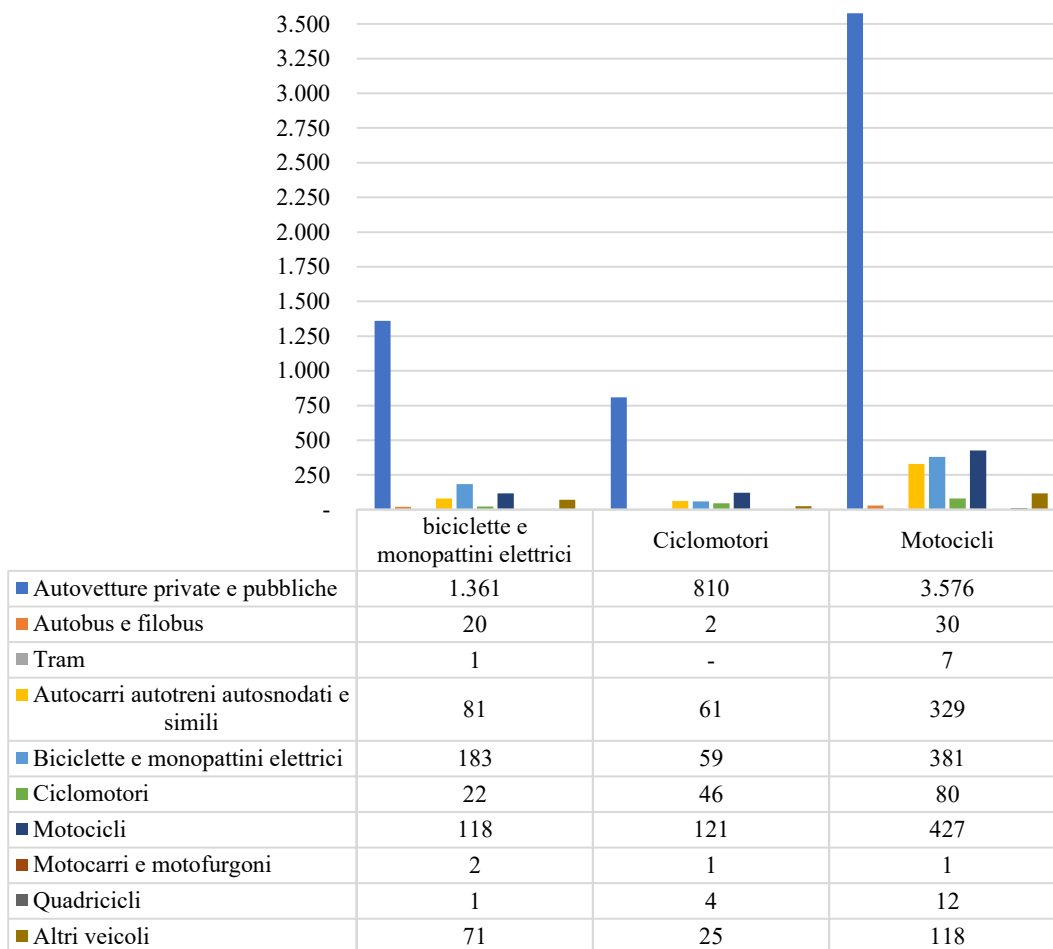
- Autovetture private e pubbliche
 - Tram
 - Biciclette e monopattini elettrici
 - Motocicli
 - Quadricicli
- Autobus e filobus
 - Autocarri autotreni autosnodati e simili
 - Ciclomotori
 - Motocarri e motofurgoni
 - Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2021- scontro frontale



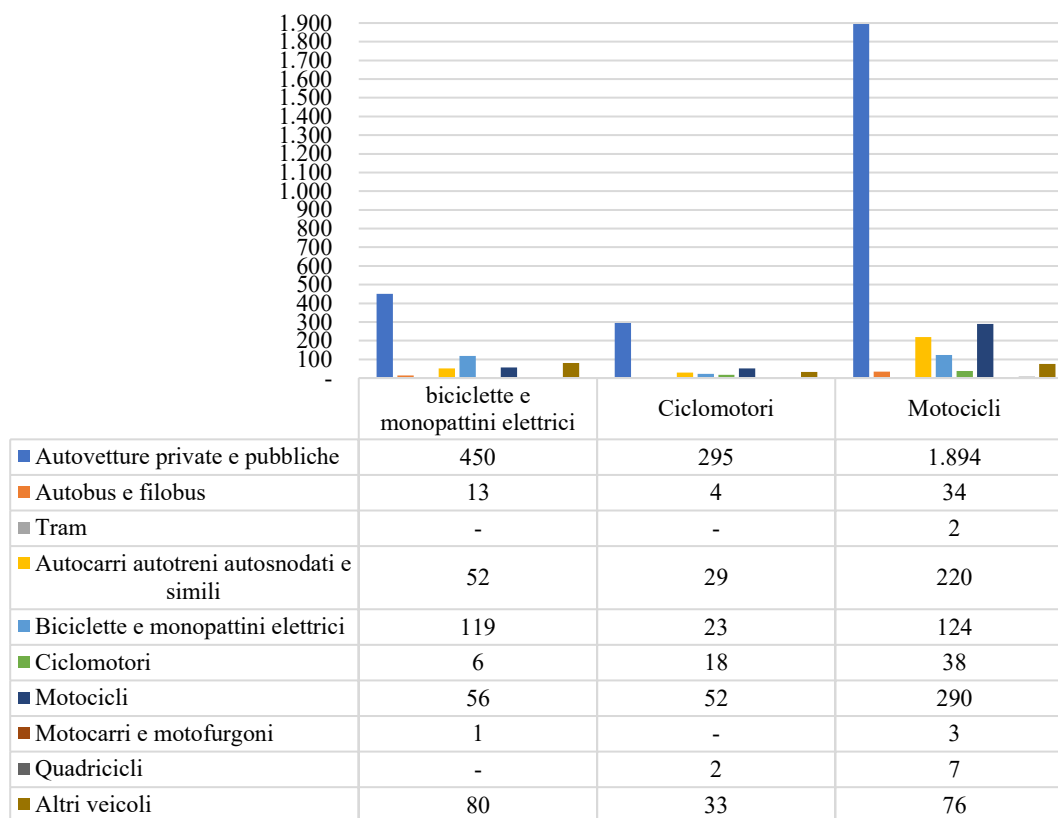
- Autovetture private e pubbliche
 - Tram
 - Biciclette e monopattini elettrici
 - Motocicli
 - Quadricicli
- Autobus e filobus
 - Autocarri autotreni autosnodati e simili
 - Ciclomotori
 - Motocarri e motofurgoni
 - Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2021- scontro frontale-laterale



- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

Incidenti stradali tra veicoli in marcia per categoria dei veicoli coinvolti e natura dell'incidente 2021- scontro laterale



- Autovetture private e pubbliche
- Autobus e filobus
- Tram
- Autocarri autotreni autosnodati e simili
- Biciclette e monopattini elettrici
- Ciclomotori
- Motocicli
- Motocarri e motofurgoni
- Quadricicli
- Altri veicoli

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Istat (2021). *Incidenti stradali in Italia*. <https://www.istat.it/it/archivio/275554>
- Istat (2022). *Incidenti stradali in Italia*. <https://www.istat.it/it/archivio/286933>
- Isfort (2021). *18° Rapporto sulla mobilità degli italiani*. https://www.isfort.it/wp-content/uploads/2021/11/211130_RapportoMobilita2021.pdf
- Ministero delle infrastrutture e dei trasporti. DECRETO 4 GIUGNO 2019. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2019/07/12/19A04569/sg>
- Maurizio Caprino. *Monopattini, come interpretare la nuova segnaletica*. <https://www.ilsole24ore.com/art/monopattini-come-interpretare-nuova-segnaletica-ACctb5y>
- Monopattini prezzi. *Come è fatto un monopattino?* <https://www.monopattiniprezzi.it/come-fatto-un-monopattino.php>
- Osservatorio nazionale Sharing mobility (2022). *6° Rapporto nazionale sulla sharing mobility*. <https://osservatoriosharingmobility.it/wp-content/uploads/2022/10/6-Rapporto-Nazionale-sharing-mobility.pdf>
- Maria Francesca Moro. *Cosa dice il Codice della Strada sui monopattini elettrici*. <https://www.fleetmagazine.com/monopattini-elettrici-codice-della-strada/>
- Comune di Padova (2021). *Bici masterplan 2018/2022, il piano della ciclabilità di Padova*. <https://www.padovanet.it/informazione/bici-masterplan-20182022>
- Comune di Padova (2022). *Monopattini: il servizio di noleggio a flusso libero a Padova*. <https://www.padovanet.it/informazione/monopattini-il-servizio-di-noleggio-flusso-libero-padova>
- Bit news (2022). *Padova – regolamento alla circolazione dei veicoli elettrici*. <https://bitmobility.it/padova-regolamento-alla-circolazione-dei-veicoli-elettrici/>
- Dott. Padova <https://ridedott.com/it/ride-with-us/padova-5/>

- Dott. *Memoria scritta sulla regolamentazione dei monopattini elettrici.*
https://www.camera.it/application/xmanager/projects/leg18/attachments/upload_file_doc_acquisiti/pdfs/000/006/308/09_Memoria_emTransit_srl.pdf
- Bikeitalia (2021). *Monopattini sui marciapiedi: Copenaghen ha risolto il problema.* <https://www.bikeitalia.it/2021/07/27/monopattini-sui-marciapiedi-copenaghen-ha-risolto-il-problema/>
- Maria Francesca Moro (2021). *Monopattini elettrici: le (diversissime) regole nei diversi paesi europei.* <https://www.fleetmagazine.com/monopattini-elettrici-regole-europee/>
- Governo città di Portland. *Report utilizzo monopattino elettrico 2022.*
<https://www.portland.gov/transportation/escooterpdx/2022-e-scooter-snapshot>
- Governo città di Portland. *Progetto di miglioramento della SW Natio Parkway dalla I-405 a SW Jefferson.* <https://www.portland.gov/transportation/pbot-projects/construction/sw-naito-parkway-improvement-project-i-405-sw-jefferson>
- National Association of City Transportation Officials. *Two - Stage Turn Queue Boxes.* <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/intersection-treatments/two-stage-turn-queue-boxes/>