POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Costi ospedalieri derivanti da incidenti stradali: l’impatto degli Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) sul contenimento della spesa pubblica

Original
Costi ospedalieri derivanti da incidenti stradali: l’impatto degli Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) sul contenimento della spesa pubblica / Basili, E., Caschili, C., DALLA CHIARA, B., Pellicelli, M.. - In: ECONOMIA AZIENDALE ONLINE. - ISSN 2038-5498. - ELETTRONICO. - 15:3(2024), pp. 563-585. [10.13132/2038-5498/15.3.563-585]

Availability:
This version is available at: 11583/2995987 since: 2024-12-28T07:11:35Z

Publisher:
Pavia University Press

Published
DOI:10.13132/2038-5498/15.3.563-585

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

25 November 2026



Economia Aziendale Online

Business and Management Sciences
International Quarterly Review

Costi ospedalieri derivanti da incidenti stradali: l'impatto degli Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) sul contenimento della spesa pubblica

Elisa Basili, Carla Caschili

Bruno Dalla Chiara, Michela Pellicelli

Pavia, September 30, 2024
Volume 15 – N. 3/2024

DOI: 10.13132/2038-5498/15.3. 563-585

www.ea2000.it
www.economiaaziendale.it

PaviaUniversityPress

Electronic ISSN 2038-5498
Reg. Trib. Pavia n. 685/2007 R.S.P.

Costi ospedalieri derivanti da incidenti stradali: l'impatto degli Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) sul contenimento della spesa pubblica

Elsa Basili

Dirigente Regione Piemonte, A.S.L. TO5. Torino, Italy.

Carla Caschili

Ingegnere,

DIATI, Sistemi di Trasporto, Politecnico di Torino. Torino, Italy.

Bruno Dalla Chiara

Full Professor,

DIATI – Sistemi di Trasporto, Politecnico di Torino. Torino, Italy.

Michela Pellicelli, PhD

Assistant Professor,

Dipartimento di Scienze Economiche Aziendali, Università di Pavia. Pavia, Italy.

Corresponding Author:

Michela Pellicelli

michela.pellicelli@unipv.it

Cite as:

Basili, E., Caschili, C., Dalla Chiara, B., & Pellicelli, M. (2024). Costi ospedalieri derivanti da incidenti stradali: l'impatto degli Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) sul contenimento della spesa pubblica. *Economia Aziendale Online*, *15*(3), 563-585.

Section: *Refereed Paper*

Received: July 2024
Published: 30/09/2024

ABSTRACT

Gli incidenti stradali possono essere causati da numerosi fattori: per la maggior parte degli eventi la causa principale è solitamente ricondotta al fattore umano. Questo studio, sulla base di un'approfondita analisi di dati ottenuti in via esclusiva dalla Sanità pubblica sui ricoveri ospedalieri, si pone come obiettivo la quantificazione degli effetti, in termini economici, che si possono ottenere dall'uso estensivo di tecnologie innovative di assistenza alla guida riconoscibili agli ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems*), in parte obbligatorie per le nuove immatricolazioni europee dal 2024. In particolare, attraverso l'analisi mirata dei costi sanitari collegati all'incidentalità stradale della Regione Piemonte, si perviene ad una valutazione, originale, di elementi ritenuti rilevanti per le scelte del decisore pubblico in materia di Sanità.

Road accidents can be caused by many factors, in most cases the primary reason is generally attributed to the human factor. The aim of this study, on the basis of an extensive analysis of data, obtained on an exclusive basis, concerning public health and hospitalization, is to quantify the effects, in economic terms, that could be obtained from the spread use of innovative ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), that is actually undergoing being partially compulsory for new European registrations from 2024. In particular, through the selective analysis of health costs related to road accidents referred to the Piedmont Region, an original assessment of relevant elements for public health decision-makers' choices is achieved.

Keywords: Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), health costs, hospitalization costs, Intelligent Transport Systems (ITS), public health expenditure, road accidents, road safety

1 – Introduzione

Le Nazioni Unite hanno adottato diverse azioni per migliorare la sicurezza stradale, proponendo interventi rilevanti per affrontare la crisi globale della sicurezza stradale (Wegman, 2017), e considerandola dal 2015 tra gli Obiettivi del Millennio (SDG, Sustainable Development Goals).

L'elevato onere socio-economico degli incidenti stradali è spesso oggetto di analisi nei documenti delle più importanti organizzazioni internazionali, in particolare per sottolineare la necessità di migliorare la sicurezza stradale anche da un punto di vista economico, come ad esempio: l'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization, 2015), la Banca Mondiale (World Bank, 2013) e la Commissione Europea (EC, 2010).

La mortalità da incidente stradale – una delle prime cause di decesso della popolazione, in numerose nazioni del mondo – è un problema complesso di salute pubblica globale fortemente correlato a diversi fattori, come la diffusione della motorizzazione ed il livello di reddito dei paesi (Basili *et al*., 2024). Le spese che i governi devono sostenere costituiscono in media circa il 3% del PIL (GDP) per la maggior parte dei paesi e il 5% per paesi a basso e medio reddito (LMIC) (Shadkam *et al*., 2019). Per quanto riguarda i paesi europei, la mortalità stradale rientra di regola tra le prime tre principali cause di decesso e la prima considerando i cittadini europei sotto i 50 anni di età (Segantini *et al*., 2020). Sulle strade europee muoiono più di 40 mila persone all'anno (Commissione delle Comunità europee, 2003), e numeri simili si possono riscontrare anche negli Stati Uniti (Insurance Institute for Highway Safety, 2018). Secondo il Report Globale sulla Sicurezza Stradale dell'Organizzazione Mondiale della Sanità pubblicato nel 2018 (WHO, 2018), ante periodo COVID (2020-2023), durante il quale le inibizioni alla circolazione hanno abbattuto anche gli incidenti, nel 2016 è stato osservato un numero di morti – a seguito di incidente stradale – pari ad 1.35 milioni (circa 3700 decessi ogni giorno in media sulle strade). In particolare, l'incidente stradale costituisce la nona causa di morte per tutte le fasce di età e la prima per persone con età compresa tra i 5 ed i 29 anni, nel mondo.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha previsto che, senza un'azione sostenuta, gli incidenti stradali diventeranno la settima causa di morte entro il 2030 (Shadkam *et al*., 2017). Gli incidenti stradali sono anche considerati tra le cause esterne più comuni di lesioni che portano all'ospedalizzazione tra i giovani nei paesi ad alto reddito in tutto il mondo (Hassani-Mahmooei *et al*., 2016). La sicurezza stradale è un tema centrale in molte agende politiche in tutto il mondo, la letteratura scientifica sulla prevenzione degli incidenti stradali è vasta. In ogni caso la valutazione degli aspetti economici presenta delle carenze: i decisori sembrano sottovalutare la rilevanza dei costi sanitari pubblici per il recupero e la riabilitazione delle persone coinvolte in incidenti stradali (Corazza *et al*., 2017).

Le ripercussioni sono economiche oltreché sociali. Le informazioni sui costi sono utili per confrontare i costi degli incidenti stradali con i costi di altre aree della spesa pubblica, come input per la definizione delle priorità nelle varie politiche di stato. Anche le analisi relative ai costi-benefici (CBA) sono importanti, in particolare per stimare il ritorno sociale degli investimenti nelle infrastrutture e nella sicurezza stradale e per aiutare a stabilire le priorità delle misure di sicurezza stradale (Wijnen, Stipdonk, 2016). Alcune ricerche, in particolare statunitensi ed europee, hanno trattato l'argomento a livello internazionale, concentrandosi specificatamente sulla valutazione dell'impatto economico della mortalità stradale (Wijnen, Stipdonk, 2016; Trawén *et al*., 2002; Elvik, 2000; Elvik, 1995; Alfaro *et al*., 1994).

La ricerca di Wijnen *et al*. (2019) fornisce una panoramica europea delle valutazioni monetarie ufficiali della prevenzione degli incidenti stradali in 31 paesi. Per stimare le componenti di costo, Wijnen *et al*. (2019) hanno applicato diversi metodi di valutazione:

1) "The restitution costs approach" (approccio dei costi di restituzione, che comprende le stime dei costi delle risorse necessarie per riportare le vittime della strada il più possibile alla situazione che precedeva l'incidente stradale);

2) "Human Capital" (HC), che stima il valore per la società della perdita di capacità produttiva delle vittime della strada;

3) "Willingness-To-Pay" (WTP), che come descritto in precedenza stima quanto gli individui sarebbero disposti a pagare per una riduzione del rischio.

Il framework utilizzato da Wijnen *et al*. (2019) include diverse principali componenti di costo, come:

a) costi medici, come i costi di ospedalizzazione, riabilitazione ed altri trattamenti medici;

b) perdita di produzione: la perdita di produzione o di capacità produttiva delle vittime della strada;

c) costi umani: costo immateriale di dolore, lutto, perdita di qualità della vita e anni di vita persi;

d) danni alla proprietà, come i danni ai veicoli e alle infrastrutture;

e) costi amministrativi: costi relativi alla polizia per assistere agli incidenti stradali, al servizio antincendio, all'assicurazione e ai costi legali.

Gli autori evidenziano come le stime della maggior parte dei paesi europei si basino sull'approccio *Willingness To Pay* (WTP), che fornisce valutazioni più elevate rispetto ad altri metodi. Le spese totali relative agli incidenti stradali nei paesi europei *sono valutate in media pari a 0,4-4,1% del PIL*.

Anche il recente studio di Gurzhii *et al*. (2021) concentra l'analisi sui metodi moderni per il calcolo delle perdite economiche causate dagli incidenti stradali. Gli autori evidenziano come in molti paesi europei (in particolare, Italia, Norvegia, Francia, Svezia) l'approccio di valutazione degli incidenti sia fondamentalmente diverso rispetto a quanto avviene negli Stati Uniti ed altri paesi del mondo.

Gli incidenti stradali possono essere dovuti a numerosi fattori; la causa principale può essere ricercata o ricondotta al fattore umano nella maggior parte degli eventi: nel caso in cui esista un conducente, la mancanza di sicurezza proviene tipicamente da una variazione di un fattore (f), a questi esogeno, troppo rapida ($\Delta f/\Delta t$) rispetto alle sue capacità di reazione (condizionate dalle capacità, condizioni psico-fisiche e comportamento), date le prestazioni del veicolo che conduce. Il fattore di cui si parla è normalmente di tipo spaziale (lo spostamento laterale o lungo la direzione di marcia di un veicolo, una persona, un oggetto) o la sua derivata rispetto al tempo ($\Delta v/\Delta t$). Pertanto, è chiaro il ruolo della capacità di percepire, reagire ed agire sui comandi del veicolo per prevenire gli incidenti.

Oggigiorno, diversamente dal passato, è possibile individuare soluzioni tecnologiche innovative proprio lato conducente e di intervento automatizzato e preventivo sui comandi mediante gli *Advanced Driver Assistance Systems* (ADAS). Questo studio, sulla base di un'approfondita analisi di dati riferiti alla Sanità pubblica ed ai ricoveri ospedalieri, resa possibile dall'accesso eccezionale a dati della Regione Piemonte, si pone come obiettivo proprio la valutazione degli effetti, in termini economici, che si potrebbero ottenere dall'uso di tecnologie innovative di assistenza alla guida rientranti negli ADAS. In particolare, attraverso l'analisi selettiva dei costi sanitari legati all'incidentalità stradale si perviene ad una quantificazione originale di elementi ritenuti importanti per le scelte del decisore pubblico in

materia sia di Sanità sia di Trasporti e mobilità sostenibili, da un punto di vista della sicurezza stradale.

2 – Approcci metodologici per valutare lo stato della sicurezza stradale

La sicurezza stradale è riconosciuta dalle principali potenze mondiali tra le principali priorità politiche, indispensabile per lo sviluppo dinamico dell'economia e per la garanzia dei diritti umani relativi alla protezione della vita e della salute (*Global Status Report on Road Safety*, 2015).

Per valutare lo stato della sicurezza del traffico stradale, i paesi di Europa occidentale, Nord America e dell'area Asia-Pacifico utilizzano per la maggior parte sistemi informativi e analitici completi, in grado di assicurare un monitoraggio continuo degli incidenti stradali. Si basano su metodi moderni, integrati in una rete nazionale di contabilità statistica.

In ogni caso, è importante rilevare che sono ancora molti i paesi (anche europei) che utilizzano metodi obsoleti e sono ancora lontani dall'applicazione di un sistema avanzato (Gurzhii *et al*., 2021).

Le metodologie utilizzate differiscono da un paese all'altro, e una questione più dibattuta è se si debba applicare o meno il metodo della Willingness-To-Pay (WTP), in ogni caso raccomandato a livello internazionale.

Le informazioni sui costi degli incidenti stradali sono un input prezioso per la definizione delle politiche di sicurezza stradale e sono essenziali per condurre l'analisi costi-benefici (Wijnen, 2021; Wijnen *et al*., 2019). Questo tipo di analisi permette di valutare se investimenti (nella sicurezza stradale) siano economicamente sostenibili e quali priorità dare agli investimenti nella sicurezza stradale sulla base della redditività socio-economica (Boardman *et al*., 2017; Jones *et al*., 2014).

Diviene così di prioritaria importanza migliorare le linee guida internazionali ed assicurare in tutti i paesi l'applicazione di metodi moderni possibilmente standardizzati a livello internazionale al fine di migliorare l'affidabilità delle stime dei costi nei singoli paesi (Wijnen & Stipdonk, 2016).

Lo scenario globale presenta quindi delle differenze significative a livello continentale e regionale.

In Europa i numerosi obiettivi posti a livello comunitario e nazionale, le iniziative legislative, i programmi sperimentali su nuove tecnologie, che si moltiplicano ad opera delle varie istituzioni sia a livello di UE che locale, hanno portato ad una riduzione del numero dei decessi per incidente stradale tra il 2001 e il 2010 pari a circa il 43% (European Commission, 2019). Tuttavia, negli anni successivi al 2013 si è assistito ad un rallentamento dei progressi fatti, fino al periodo COVID-19, durante i quali le inibizioni alla libera circolazione ne hanno anche contenuto gli effetti sulla sinistrosità stradale, peraltro ripresa in fase post-pandemica in forza della maggiore propensione all'uso del mezzo privato, per motivi di timore di contagio. Nel 2019 (annualità che si ritiene maggiormente significativa in quanto precedente alla pandemia COVID-19), gli incidenti mortali in UE sono stati circa 22.800, circa 7000 in meno rispetto al 2010 (-23%) e con una diminuzione del 2% rispetto al 2018.

Nel 2019 le vittime della strada sono risultate in aumento in undici Paesi (Fig. 1), tra i quali alcuni di più recente adesione all'Unione europea, come Slovenia (+12,1%) e Slovacchia (+7,0%), ma anche in quelli con una consolidata tradizione per la sicurezza stradale, come Danimarca (+17,1%) e Regno Unito (+4,7%).

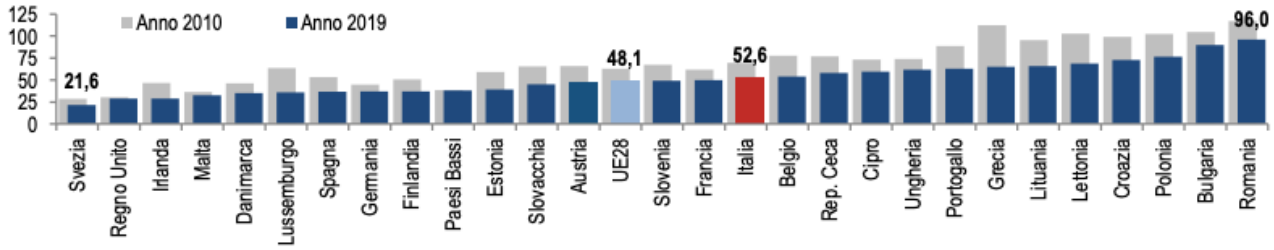

Fig. 1 – Vittime di incidenti stradali nei paesi europei (UE 28) nel 2010 e 2019 (ultimo anno utile prima del COVID)-19
(Fonte: ACI-ISTAT, 2011)

3 – Lo scenario italiano

Lo scenario italiano, negli anni, è stato analogo a quello europeo con una riduzione del numero di vittime sulla strada, nella decade che va dal 2001 al 2010, del 42% (ACI-ISTAT, 2019). Il numero di vittime nel 2019 (3.173), prima del contenimento della mobilità dovuto alla pandemia da COVID, è rimasto però ancora elevato e prossimo ad *una decina di decessi al giorno sulle strade* nazionali.

Il tasso di mortalità stradale rapportato alla popolazione (morti per milione di abitanti) si è attestato, nel 2019, a 48,1 nella Ue28 e a 52,6 in Italia (nel 2010 rispettivamente pari a 62,8 e 69,4).

Dagli anni '50 gli incidenti stradali in Italia erano aumentati molto rapidamente, come dimostra il grafico ACI-ISTAT (2011) di Fig. 2, che delinea l'andamento dal 1950 al 2010, raggiungendo un picco per le vittime della strada nel 1972 (11.078) e con sempre più feriti nel 2002, per poi diminuire in seguito.

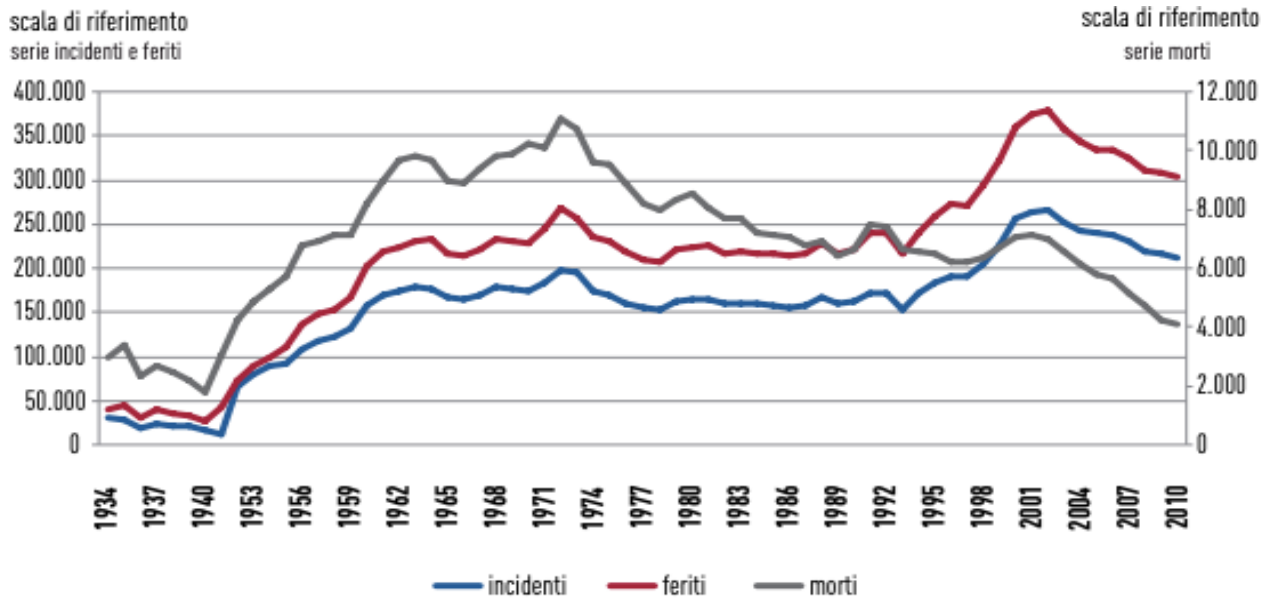

Fig. 2 – Incidenti stradali con lesioni a persone, morti e feriti
(Fonte: ACI-ISTAT, 2011)

La situazione è migliorata rispetto al passato. Secondo le stime relative ai dati confrontati con il 2001 la prevenzione ha dato in ogni caso notevoli risultati (Fig. 3).

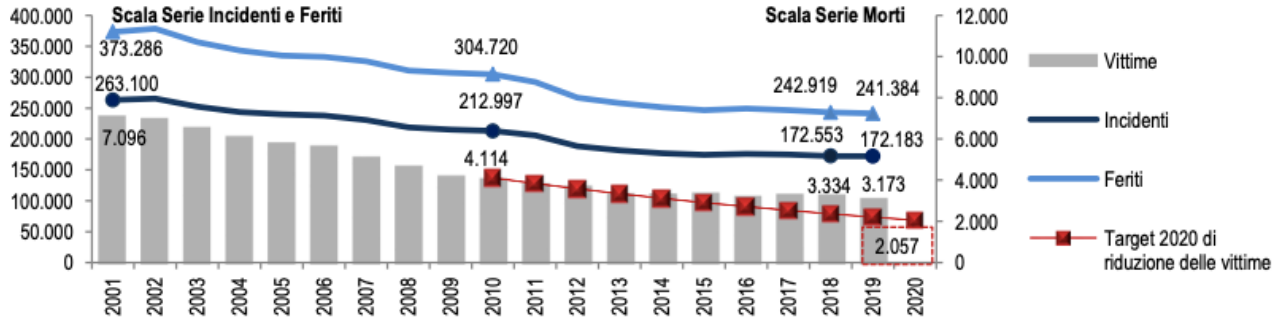

Fig. 3 – Incidenti stradali con lesioni a persone dal 2001 al 2019 (valori assoluti)
(Fonte: ACI-ISTAT, 2020)

Analizzando i dati relativi agli ultimi dieci anni più significativi (dal 2010 al 2019, quindi prima del periodo COVID) emerge un risparmio in termini economici di oltre 9 miliardi di euro relativo alle vittime della strada. Tra il 2011 e il 2019 sono state risparmiate 6.035 vite umane, mentre in termini economici si valutano oltre 9 miliardi di euro risparmiati per le sole vittime e 31,2 miliardi in totale (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2020).

Nel 2010 si registravano in Italia 211.404 incidenti stradali con lesioni a persone, 4.090 vittime e 302.735 feriti (ACI-ISTAT, 2011), mentre nel 2019 gli incidenti stradali con lesioni a persone in Italia sono stati 172.183, con 3.173 vittime e 241.384 feriti (ACI-ISTAT, 2020).

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2012, 2020) ha valutato il costo sociale degli incidenti stradali in Italia. I costi sociali degli incidenti stradali costituiscono la stima del danno economico subito dalla società a causa di tali eventi, quantificando economicamente gli oneri che gravano sulla stessa a seguito delle conseguenze causate da un incidente stradale.

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2012) ha definito la metodologia di calcolo del costo sociale medio di un incidente mortale e il costo sociale medio di un incidente grave. In base a tale studio il costo per un deceduto è pari a circa 1,5 milioni di euro e il costo medio di un incidente mortale è di circa 1,6 milioni di euro (Tabella 1). In questo stesso studio sono stati stimati inoltre i costi totali nazionali degli incidenti stradali riferiti all'anno 2010 pari a circa 28,5 miliardi di euro.

Tabella 1 – Costo per livello di gravità (Fonte: Ministero Infrastrutture e Trasporti, 2012).

Gravità	*Costo medio in base alla gravità delle lesioni riportate (milioni di euro)*	*Costo medio in base alla gravità dell'incidente stradale (milioni di euro)*
Mortale	1,503	1,642
Con lesioni gravi	0,197	0,309
Con lesioni lievi	0,017	0,032
Con lesioni (senza distinguere in base alla gravità)	0,042	-

Il costo sociale dell'incidentalità con danni alle persone risulta in graduale e quasi costante diminuzione: da 21,4 miliardi di euro del 2010 a 16,9 miliardi di euro del 2019 (-21%).

Per l'anno 2019 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2020) ha stimato (Tabella 2), in base alla stessa metodologia, che in effetti i costi sociali con feriti per l'anno 2019 sono diminuiti a 16.854.753.804 euro (circa l'1% del PIL nazionale).

Tabella 2 – Costo sociale totale dell'incidentalità con danni a persone (Anno 2019)
(Fonte: Ministero Infrastrutture e Trasporti, 2020)

Tabella 3-1 Costo sociale totale dell'incidentalità con danni a persone Anno 2019		
		Valori in €
Costo totale dei decessi		4.772.160.270
• **Costo medio umano per decesso (€)**	1.503.990	
• **N° morti**	3.173	
Costo totale dei feriti		10.190.991.096
• **Costo medio umano per ferito (€)**	42.219	
• **N° feriti**	241.384	
Costi Generali Totali		1.891.602.438
• **Costi Generali medi per incidente (€)**	10.986	
• **N° incidenti stradali**	172.183	
COSTO SOCIALE INCIDENTALITA' CON FERITI		**16.854.753.804**

La stima dei costi sociali dell'incidentalità in Italia per l'anno 2019, sommando al costo dell'incidentalità con danni alle persone (16,9 miliardi di euro) i costi legati ai sinistri con soli danni alle cose (6,57 miliardi di euro), è pari a circa 23,42 miliardi di euro.

I dati di incidentalità stradale nella Regione Piemonte, oggetto di interesse di questo studio, hanno avuto un andamento corrispondente al trend nazionale, registrando una diminuzione nel numero di incidenti, nell'arco di tempo che va dal 2001 al 2018, che passano dal massimo di 16.953 nel 2001 al minimo di 10.646 nel 2019 (Regione Piemonte, 2020).

4 – Sistemi avanzati di ausilio alla guida (ADAS)

Avendo colto gli effetti sulla sicurezza stradale che azioni varie – su infrastrutture, sui veicoli, con le relative tecnologie e sistemi di ritenzione, sicurezza attiva e passiva – hanno nei decenni generato, si tratta di capire se la nuova frontiera delle tecnologie di bordo possa generare dei benefici in termini di ricoveri ospedalieri e conseguentemente di oneri per la Sanità pubblica. Tale frontiera è per noi rappresentata dagli ADAS, perlomeno negli obiettivi di questo articolo.

Il termine ADAS è utilizzato per indicare i sistemi integrati o, talvolta, semplici dispositivi installati sugli autoveicoli che, avvisando il conducente, o intervenendo su comandi di bordo quali freno e sterzo possono permettere di evitare un incidente. La loro funzione, tuttavia, non si esaurisce in interventi di emergenza, in quanto forniscono al conducente informazioni utili altrimenti non recepibili in breve tempo, migliorando così la conoscenza anticipata circa i potenziali pericoli stradali (Basili *et al*., 2024).

Tali dispositivi si sono sempre più diffusi sul mercato, specie dalla seconda decade del secolo attuale, anche se con terminologia non uniforme; si prevede che la loro presenza diventerà ancora più elevata negli anni a venire a seguito della decisione del Parlamento Europeo di allargare l'obbligatorietà ad ulteriori sistemi di sicurezza sui nuovi veicoli a partire dal 2022.

Il testo che regola quanti e quali sistemi ADAS di sicurezza attiva e di guida assistita dovranno essere installati sugli autoveicoli di nuova progettazione si rifà al Regolamento europeo 2019/2144 "General Safety Regulation" (GSR), pubblicato il 16 dicembre 2019 nella

GUCE; questo ha aggiornato il regolamento comunitario n. 661/2009 in tema di sicurezza e la normativa europea n. 78/2009 sulla sicurezza dei pedoni. Il successivo passo è in fase di attuazione nel 2024, quando tutti gli autoveicoli di nuova produzione, anche quelli omologati precedentemente al 2022, ne saranno provvisti. I nuovi ADAS dovranno obbligatoriamente essere montati a bordo delle seguenti categorie di veicoli:

a) M, per trasporto persone (autovetture e bus);

b) N, per trasporto merci;

c) O, rimorchi e semirimorchi.

La "black box" (EDR) equipaggia, dal 6 luglio 2022, tutti i veicoli M ed N di nuova produzione. Dal 7 luglio 2024 la scatola nera è obbligatoria per tutto il parco circolante di prima immatricolazione.

La realizzazione di tali sistemi costituisce un passaggio intermedio verso la concezione di veicoli a guida autonoma; essi sono infatti inseriti all'interno della classificazione proposta dalla SAE (*Society of Automobile Engineers*), il cui obiettivo è la suddivisione delle tecnologie di assistenza disponibili secondo vari livelli di automazione, dal livello 0 al livello 5 (automazione integrale dell'auto).

All'interno dello studio sono stati analizzati i principali ADAS, riportando – ove possibile – i risultati di studi volti a comprendere l'effetto, in termini di riduzione percentuale del numero di feriti ed incidenti, conseguentemente di costi sanitari, che la loro adozione può apportare.

4.1 – *Analisi dello stato dell'arte*

Prima di passare ad un'analisi di dettaglio sugli elementi che hanno permesso l'individuazione dei benefici economici che potrebbero essere apportati tramite l'introduzione degli ADAS è opportuno effettuare una breve sintesi sui risultati raggiunti riportati in letteratura.

All'interno dello stato dell'arte non risultano presenti, allo stato attuale, valutazioni che consentano di collegare i benefici di sicurezza stradale – in termini di incidenti e vite umane risparmiate – con i benefici economici che potrebbero essere ottenuti a livello sanitario. Le fonti presenti in letteratura hanno infatti usualmente focalizzato l'attenzione su uno dei due aspetti: economico (letteratura economica, economico-aziendale ed economico-sanitaria) oppure di sicurezza (letteratura tecnico-ingegneristica).

L'aspetto economico è stato oggetto, in anni passati e recenti, di valutazione specifica da parte delle Aziende sanitarie delle Regioni italiane. Nello specifico, lo è stato da parte del Servizio Sovra-zonale di Epidemiologia ASL TO3 della Regione Piemonte (IRES Piemonte, 2014) che, tramite l'analisi dei costi sanitari associati agli incidenti stradali, ha permesso di comprendere l'evoluzione del carico assistenziale sugli ospedali della Regione, che ha peraltro (Montaldo & Occelli, IRES, 2019) già pianificato il ruolo degli ADAS nella sicurezza stradale con relativi interventi generali.

Il costo per il soccorso e il ricovero di un infortunato da incidente stradale, nella decade che va dal 2001 al 2011, risulta in crescente aumento; nel 2001 il costo medio di un ricovero ospedaliero per incidente stradale era pari a 3.624 € e risulta quasi duplicato 11 anni più tardi. I dati analitici più recenti, risalenti oramai al 2012, indicano infatti un costo medio del ricovero ospedaliero per incidente stradale pari a 6.476 €. Tale costo è superiore al costo sostenuto per il ricovero dovuto ad altri traumi (4.973 €) ed è oltre il doppio della spesa per un ricovero non dovuto a traumi (pari a 3.184 €).

Tali costi sono stati stimati, seppure con un metodo differente, per la Regione Lombardia; questa riporta un valore medio del costo sanitario unitario per ricovero nel 2019, a seguito di un incidente stradale, di poco inferiore rispetto a quanto calcolato per la Regione Piemonte e pari a 5.290 € (Polis Lombardia, 2021).

I valori precedentemente riportati differiscono in maniera significativa rispetto a quanto riportato nell'elaborato realizzato dal già citato Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT), oggi Ministero delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibili (MIMS), "*Studio di valutazione dei Costi Sociali dell'incidentalità stradale*" che prevedevano nel 2019 un costo sanitario medio per vittima di incidente stradale (morto o ferito), pari a 1.965€.

La stima dei benefici che si possono ottenere dalle differenti tecnologie, in termini di riduzione del numero di incidenti, al giorno d'oggi, non è evidentemente determinabile con certezza e in maniera assoluta; lo stato dell'arte presenta tuttavia numerosi studi che hanno cercato di comprendere quali esiti si potessero e si possano ottenere tramite una loro adozione sistematica portando a risultati fra loro differenti, anche in ragione del metodo di analisi adottato. Nel seguito vengono riportati in sintesi i risultati degli studi condotti, a livello internazionale, su ciascuna tipologia di dispositivo. Ciò che è indubbio è che i Sistemi di Trasporto Intelligenti (STI o ITS), gli ADAS in particolare, possono davvero portare ad una riduzione degli incidenti che si verificano sulle strade permettendo di ridurre l'impatto che tali eventi hanno sulla società (Basili *et al*., 2024).

4.2 – *Effetti rilevati dai singoli ADAS*

4.2.1 – Intelligent Speed Adaptation (ISA)

Il sistema di adattamento intelligente della velocità o ISA (*Intelligent Speed Adaptation*) è un dispositivo che informa, avvisa o scoraggia il conducente nel superare i limiti di velocità o qualsiasi altro valore fissato come limite massimo. Il valore può essere impostato automaticamente in base al limite di velocità indicato sulla strada che si sta percorrendo e può essere successivamente aggiornato grazie alla presenza di un sistema di localizzazione automatica (es. GPS o GALILEO, sistema di navigazione satellitare dell'UE avviato con localizzazione di precisione nel 2023). Esistono tre tipologie di *Intelligent Speed Adaptation* – Advisory ISA, Warning ISA, Mandatory ISA – a seconda del grado di intervento.

Tra le differenti tipologie di sistema quella che ha dimostrato maggiori benefici è il Mandatory ISA, per cui si ottengono forti riduzioni soprattutto in uno scenario urbano; infatti, non essendo possibile eccedere il limite di velocità, la distribuzione della velocità subisce un mutamento per cui il picco di frequenza si sposta in corrispondenza del limite stesso. La prima conseguenza è una riduzione della variabilità della velocità che consente di incrementare la sicurezza stradale e fluidificare il traffico. Sotto l'ipotesi in cui la sua l'introduzione sia regolata si stima una riduzione del 30% degli incidenti fatali e del 25% degli incidenti gravi mentre per lo scenario Market Driven esse sono del 13% e dell'8% rispettivamente (Lai et. al. 2012).

4.2.2 – Autonomous Emergency Braking (AEB) Systems

Il sistema di frenatura automatica di emergenza è un dispositivo che, grazie alla presenza di sensori quali telecamere, radar o ladar posti sulla parte frontale del veicolo, permette di individuare veicoli o altri utenti della strada: se il conducente non ha agito per tempo in una

situazione di collisione imminente, l'ADAS applica in maniera automatica una frenata in modo tale da evitare l'incidente o diminuire la velocità di impatto.

Lo studio realizzato dalla Fondazione Caracciolo in collaborazione con il Politecnico di Torino (Fondazione Filippo Caracciolo, 2019) sull'efficacia del sistema di frenata automatica di emergenza negli incidenti per tamponamento ha mostrato come l'introduzione di tale sistema migliori notevolmente i livelli di sicurezza stradale quantificandone i benefici.

La quantificazione dei benefici è stata stimata, all'interno dello studio, tramite il calcolo dell'indice di sinistrosità, effettuato per diverse categorie di veicoli dotati e sprovvisti di tale sistema. Per i segmenti A e B la riduzione media dell'indice di sinistrosità è del 20% mentre per i segmenti C e SUV la riduzione percentuale è quasi doppia (-38%).

In particolare, tramite l'analisi delle informazioni circa i dati di percorrenza raccolti dalle scatole nere, l'adozione del sistema AEB nei veicoli con un'età inferiore ai tre anni riduce il numero di incidenti per tamponamento con feriti del 45% mentre il numero totale dei sinistri, senza distinzione di dinamica, subisce un decremento pari al 35%.

4.2.3 – Lane Keeping Systems (LKS)

I sistemi di supporto al mantenimento della corsia di marcia sono dispositivi che possono, a seconda del livello di autonomia, avvisare il conducente o riportare il veicolo all'interno della propria corsia ogni qual volta il veicolo, in maniera non intenzionale, devi da essa.

Essi sono divisi in due categorie principali:

a) dispositivi che *avvisano* il conducente dell'involontario abbandono della corsia,

b) dispositivi che *agiscono* direttamente sullo sterzo.

4.2.4 – Dispositivi di rilevazione dell'angolo cieco

Il termine dispositivi di rilevazione dell'angolo cieco comprende una serie di soluzioni tecnologiche indicate con i nomi di *Blind spot detection (BSD)*, *Blind spot warning*, *Side blind zone alert*, o *Side-view assist*.

Tali sistemi avvisano il conducente, tramite un segnale visivo, nel momento in cui viene individuato un veicolo nella corsia adiacente che si trova all'interno del proprio angolo cieco; l'avviso può essere inoltre accompagnato da un segnale sonoro se il conducente attiva l'indicatore di svolta.

Per stimare il beneficio apportato da questa tecnologia vengono riportati i risultati dello studio realizzato da Cicchino (2018). In particolare, per comprendere la correlazione tra il numero di incidenti e la presenza o assenza del *Blind spot detection*, è stata condotta un'analisi di regressione su diversi modelli di veicoli per cui era disponibile l'informazione circa la dotazione del veicolo stesso.

Essa ha stimato un coinvolgimento del 20% inferiore nei veicoli dotati di *Blind spot warning* rispetto ai veicoli che ne sono sprovvisti; tale dato è stato calcolato senza effettuare una distinzione sulla severità dell'incidente (Utriainen *et al*., 2020).

4.2.5 – Alcohol Interlock System (AIS)

Gli incidenti stradali correlati all'utilizzo di sostanze alcoliche sono da sempre un tema ricorrente per la sicurezza stradale ma, nonostante il loro impatto mediatico sia elevato, troppo

spesso vengono considerati come eventi tragici e conseguenze inevitabili legati all'aumento della motorizzazione.

Le stime rilevate da Carabinieri e Polizia Stradale riportano una percentuale di incidenti correlati all'utilizzo di sostanze quali alcol e droga pari all'8,7% e il 3,4% (Fondazione Ania, 2019) degli incidenti complessivi. Si tratta senza dubbio di dati sottostimati se si pensa che l'Organizzazione mondiale della Sanità stima che gli eccessi di alcol e droga concorrono a provocare il 30% degli incidenti stradali.

Appare rilevante l'introduzione di dispositivi ADAS innovativi quali l'*Alcohol Interlock System*. Si tratta infatti di un dispositivo che impedisce la guida in stato di ebbrezza in quanto richiede al conducente di soffiare in un etilometro posto a bordo veicolo prima di poter accendere il motore.

Il dispositivo può essere impostato con limiti differenti e, in caso di superamento del limite impostato, non consente l'accensione del veicolo.

Secondo una ricerca della Perelman School of Medicine alla University of Pennsylvania l'utilizzo di questo dispositivo ha portato ad un risultato estremamente positivo con una riduzione del 15% degli incidenti stradali legati all'alcol.

5 – Fonti impiegate per l'analisi

Per realizzare l'analisi qui sintetizzata si è partiti dall'elaborazione dei dati sanitari resi disponibili dalla Regione Piemonte, Direzione Sanità e Welfare, Assessorato Sanità, Livelli Essenziali di Assistenza ed Edilizia Sanitaria (estrazione dati effettuata dal CSI Piemonte, curata dal Dott. Giuseppe Mianulli).

L'originalità dell'approccio che ha caratterizzato il lavoro si basa sulla scelta di aver elaborato un database, a partire da una serie di flussi di dati (118, pronto soccorso, schede di dimissione ospedaliera, ecc.), strutturato attraverso l'utilizzo di un'apposita codifica ("E") presente nelle schede di dimissione ospedaliera (SDO). Tale codifica ha permesso, per il triennio in analisi (2017-2019), non solo la classificazione delle cause esterne di traumatismo (es. tipologie di incidenti da traffico di veicolo a motore), ma soprattutto la ricostruzione dell'intero percorso (intervento del 118, passaggio in Pronto Soccorso, ricovero ospedaliero) di ogni singolo caso esaminato.

Il database, appositamente realizzato, inizialmente costituito da 5032 osservazioni, contiene al suo interno le informazioni relative a:

a. informazioni anagrafiche del paziente ossia codice identificativo anonimo, anno di competenza, sesso, fascia d'età e nazionalità;

b. dati di Pronto Soccorso;

c. dati di ricovero contenuti all'interno delle schede di Dimissione Ospedaliera, SDO, che costituiscono una rappresentazione sintetica e fedele della cartella clinica, opportunamente anonimizzata, al fine di permettere la raccolta delle principali informazioni.

Ai fini del lavoro, tra le tante informazioni contenute nel flusso SDO, quelle oggetto di estrazione sono state le seguenti:

A – data del ricovero;

B – motivi del ricovero;

C – codice ICD-9-CM attribuito alla diagnosi e descrizione. Si tratta di un sistema internazionale di classificazione di malattie e traumi in gruppi basati su criteri ben definiti, derivante dalla Classificazione ICD-9 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità;

D – classificazione supplementare delle cause esterne di traumatismo e avvelenamento. Si tratta di una codifica importante, di tipo alfanumerico, che consente di descrivere gli eventi, le circostanze o le condizioni che hanno causato il traumatismo (elemento oggetto di valutazione del presente lavoro), l'avvelenamento o altri fattori avversi. I codici "E" oggetto di estrazione sono stati quelli identificativi di un incidente stradale e cioè: "Incidente da traffico di veicolo a motore" (E810-E819), "Altri incidenti di veicoli stradali" (E826-E829), "Postumi di traumatismi accidentali" (E929);

E – data di dimissione e numero delle giornate di degenza;

F – ordine diagnosi di dimissione per cui si distingue tra diagnosi principale e diagnosi secondarie;

G – modalità di dimissione;

H – costo della degenza calcolato tramite sistema DRG (*Diagnosis Related Group*).

6 – Metodologia impiegata

L'elaborazione di un apposito database costruito a partire dai codici "E", cioè dalla classificazione delle cause esterne di traumatismo, ha permesso di ricostruire l'intero percorso sanitario, a partire dall'intervento del 118 fino ad arrivare all'eventuale ricovero ospedaliero, di ogni singolo caso esaminato.

La migliore accuratezza ha quindi permesso una lettura dei casi esaminati più adeguata e coerente agli obiettivi dello studio.

Sono stati raccolti pertanto tutti i pazienti che, nei tre anni, presentavano un codice supplementare appartenente ad una delle seguenti categorie: "Incidente da traffico di veicolo a motore" (E810-E819), "Altri incidenti di veicoli stradali" (E826-E829), "Postumi di traumatismi accidentali" (E929). La tipologia degli incidenti è indicata in Tabella 3.

Tabella 3 – Ricoveri ospedalieri, classificazione delle cause esterne di traumatismo riconducibili all'uso di mezzi di trasporto ed alla mobilità: codici "E"

Codice	Descrizione
E810-E919	INCIDENTE DA TRAFFICO DI VEICOLO A MOTORE
E810	Incidente da traffico di veicolo a motore riguardante collisione con il treno
E811	Incidente da traffico di veicolo a motore rientrante che riguarda la collisione con un altro veicolo a motore
E812	Altro incidente da traffico di veicolo a motore riguardante la collisione con veicolo a motore
E813	Incidente da traffico di veicolo a motore riguardante collisione con altro veicolo
E814	Incidente da traffico di veicolo a motore riguardante collisione con pedone
E815	Altro incidente da traffico di veicolo a motore riguardante collisione su strada pubblica
E816	Incidente di veicolo a motore da traffico dovuto alla perdita di controllo, senza collisione sulla strada pubblica
E817	Incidente senza collisione di veicolo a motore da traffico mentre si sale a bordo o si scende
E818	Altro incidente senza collisione di veicolo a motore da traffico
E819	Incidente da veicolo a motore da traffico di natura non specificata
E826-E829	ALTRI INCIDENTI DI VEICOLI STRADALI
E826	Incidente con cicli a pedali
E827	Incidente di veicolo a trazione animale
E828	Incidente di animali cavalcati
E929	Postumi di traumatismi accidentali

Tabella 4 – Incidenti per collisione 2017 - 2018 – 2019

Tipologia c	Codice classificazione secondaria	Colonn	2017	2017 (%)	2018	2018 (%)	2019	2019 (%)
Incidente da collisione								
E810	Incidente da traffico di veicolo a motore riguardante collisione con il treno	E8100	9	32.14	21	32.31	13	41.94
		E8101	3	10.71	16	24.62	1	3.23
		E8102	8	28.57	11	16.92	13	41.94
		E8103	0	0.00	2	3.08	0	0.00
		E8104	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		E8105	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		E8106	1	3.57	6	9.23	2	6.45
		E8107	6	21.43	7	10.77	2	6.45
		E8108	1	3.57	1	1.54	0	0.00
		E8109	0	0.00	1	1.54	0	0.00
		Totale	28	100.00	65	100.00	31	100.00
E812	Altro inc. traf. veic. mot. riguard. col. veic. mot.	E8120	27	20.9	35	31.0	30	28.6
		E8121	15	11.6	15	13.3	15	14.3
		E8122	35	27.1	29	25.7	28	26.7
		E8123	6	4.7	6	5.3	0	0.0
		E8124	1	0.8	0	0.0	0	0.0
		E8125	0	0.0	0	0.0	1	1.0
		E8126	5	3.9	5	4.4	13	12.4
		E8127	24	18.6	17	15.0	11	10.5
		E8128	7	5.4	2	1.8	4	3.8
		E8129	9	7.0	4	3.5	3	2.9
			129	100.0	113	100.0	105	100.0
E813	Inc. traf. veic. mot. riguard. col. altro veic.							
		E8130	21	28.77	23	27.06	35	32.11
		E8131	5	6.85	12	14.12	17	15.60
		E8132	17	23.29	20	23.53	19	17.43
		E8133	2	2.74	1	1.18	2	1.83
		E8134	1	1.37	0	0.00	0	0.00
		E8135	0	0.00	2	2.35	0	0.00
		E8136	21	28.77	19	22.35	20	18.35
		E8137	5	6.85	6	7.06	7	6.42
		E8138	0	0.00	1	1.18	6	5.50
		E8139	1	1.37	1	1.18	3	2.75
		Totale	73	100.00	85	100.00	109	100.00
E814	Inc. traf. veic. mot. riguard. col. con pedone							
		E8140	9	11.11	1	1.64	3	3.33
		E8141	1	1.23	2	3.28	4	4.44
		E8142	0	0.00	0	0.00	2	2.22
		E8143	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		E8144	0	0.00	1	1.64	0	0.00
		E8145	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		E8146	3	3.70	0	0.00	4	4.44
		E8147	68	83.95	56	91.80	76	84.44
		E8148	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		E8149	0	0.00	1	1.64	1	1.11
		Totale	81	100.00	61	100.00	90	100.00
E815	Altro inc. traf. veic. mot. riguard. col. su strada pubbl.	E8150	40	22.73	38	24.68	35	22.58
		E8151	16	9.09	16	10.39	25	16.13
		E8152	53	30.11	36	23.38	37	23.87
		E8153	3	1.70	3	1.95	4	2.58
		E8154	2	1.14	0	0.00	0	0.00
		E8155	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		E8156	21	11.93	18	11.69	16	10.32
		E8157	26	14.77	30	19.48	28	18.06
		E8158	4	2.27	5	3.25	9	5.81
		E8159	11	6.25	8	5.19	1	0.65
		Totale	176	100	154	100	155	100
		Totale	487		478		490	

L'identificazione della dinamica associata ai vari incidenti ha permesso di definire alcuni scenari in cui la presenza e l'intervento di un dispositivo ADAS avrebbe potuto apportare un beneficio, consentendo di ridurre la probabilità o addirittura evitare il verificarsi dell'incidente stesso. Il numero di scenari individuati è pari a tre distinti in "Incidenti per Collisione, "Incidenti per fuoriuscita di corsia", "Incidenti per perdita di controllo".

Gli incidenti appartenenti ai codici E810, E812, E813, E814 ed E815 che descrivono gli incidenti da traffico di veicolo a motore riguardanti la collisione rispettivamente con treno, con altro veicolo a motore, con altro veicolo non a motore, con pedone e su strada pubblica sono stati accorpati in un'unica classificazione denominata "Incidenti per Collisione". La numerosità dei pazienti cui è stato associato uno dei seguenti codici, è stata riportata nella Tabella 4 di pagina precedente.

I sinistri caratterizzati dal codice E811, cui è associata la descrizione "Incidente da traffico di veicolo a motore rientrante riguardante la collisione con altro veicolo a motore" sono stati rinominati in "Incidenti per fuoriuscita di corsia" in quanto essi includono le collisioni tra veicolo a motore che lascia accidentalmente o volontariamente la corsia di marcia e rientra sulla stessa corsia, o sulla corsia opposta su strada pubblica separata, e altro veicolo a motore (Tabella 5).

Tabella 5 – Incidenti per fuoriuscita di corsia 2017 - 2018 - 2019

Tipologia c	Codice classificazione	Codice classificazione secondaria (Tipologia di infortunato)	2017	2017 (%)	2018	2018 (%)	2019	2019 (%)
Incidente da fuoriuscita								
E811	Inc.traf. veic.mot.rien	E8110 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Conducente di veicolo a motore diverso da motociclo	22	26.51	29	33.33	26	19.85
		E8111 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Passeggero su veicolo a motore diverso da motociclo	15	18.07	6	6.90	22	16.79
		E8112 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Motociclista	27	32.53	35	40.23	51	38.93
		E8113 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Passeggero su motociclo	6	7.23	2	2.30	10	7.63
		E8114 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Occupante di tram	1	1.20	1	1.15	0	0.00
		E8115 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot - Conducente di animali; occupanti di veicoli guidati da a	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		E8116 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Ciclista	5	6.02	4	4.60	4	3.05
		E8117 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Pedone	2	2.41	6	6.90	7	5.34
		E8118 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Altre persone specifiche	1	1.20	0	0.00	9	6.87
		E8119 Inc.traf. veic.mot.rientrante riguard. col. con altro veic.mot. - Persone non specificate	4	4.82	4	4.60	2	1.53
		Totale	83	100.00	87	100.00	131	100.00

Infine, gli incidenti appartenenti al codice E816 che descrivono incidenti di veicolo a motore da traffico dovuti alla perdita di controllo, senza collisione su strada pubblica (errore nell'affrontare una curva, ribaltamento del veicolo, ecc.) sono stati catalogati sotto il nome di "Incidenti per Perdita di Controllo".

Tabella 6 – Incidenti per perdita di controllo 2017 - 2018 - 2019

Tipologia di Incidente	Codice classificazione secondaria	Codice classificazione secondaria (Tipologia di infortuna	2017	2017 (%)	2018	2018 (%)	2019	2019 (%)
Incidente da perdita di controllo								
E816	I. v.m. traf. dovuto perdita di contro	E8160 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	37	27,41	48	36,09	29	30,21
		E8161 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	18	13,33	16	12,03	10	10,42
		E8162 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	58	42,96	47	35,34	43	44,79
		E8163 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	3	2,22	1	0,75	3	3,13
		E8164 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	0	0,00	0	0,00	0	0,00
		E8165 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	0	0,00	0	0,00	0	0,00
		E8166 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	15	11,11	14	10,53	8	8,33
		E8167 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	1	0,74	3	2,26	2	2,08
		E8168 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	1	0,74	1	0,75	1	1,04
		E8169 I. v.m. traf. dovuto perdita di controllo, senza col.	2	1,48	3	2,26	0	0,00
		Totale	135	100	133	100	96	100

Le restanti tipologie di incidenti, sebbene rientrassero nella categoria più generale degli incidenti stradali contemplati all'interno della classificazione "E", sono state escluse dall'analisi successiva in quanto non è stato possibile identificare per esse un tipo particolare di tecnologia di ausilio alla guida utile a contrastare il verificarsi dell'incidente. Ciò ha fatto sì che dai 5032

ricoverati di partenza, considerati congiuntamente per i tre anni, si potessero analizzare esclusivamente le informazioni appartenenti a 2120 pazienti.

I tre scenari indicati sono stati successivamente analizzati secondo diversi criteri per indagare un particolare aspetto o un fenomeno ricorrente dello scenario considerato e cioè:

a) genere di appartenenza, volta a determinare se ci sia una predominanza di genere in uno specifico scenario di incidente;

b) età, suddivisa in fasce, studiata per evidenziare se negli scenari considerati esista una maggiore vulnerabilità di alcune fasce o una maggiore severità dei traumatismi e dei loro esiti;

c) nazionalità; tale parametro è stato analizzato per capire quali nazionalità (area UE ed extra UE) fossero coinvolte nella tipologia di incidenti oggetto di indagine;

d) tipologia di soggetti infortunati; tale informazione è stata ottenuta dall'analisi dell'ultima cifra del codice "E" che identifica la persona infortunata in un incidente;

e) struttura sanitaria di ricovero; allo scopo di identificare la distribuzione geografica della casistica sul territorio regionale è stata effettuata un'analisi per Azienda Sanitaria/Presidio ospedaliero di ricovero; tale analisi ha innanzitutto l'obiettivo di valutare una maggiore o minore accuratezza nella compilazione delle SDO, con riguardo alla codifica delle cause esterne di traumatismo (codice "E"), da parte dell'ospedale e l'eventuale ricaduta di tale fattore sull'identificazione di determinate zone a maggior frequenza di incidenti stradali caratterizzati da una particolare dinamica;

f) modalità di dimissione; identificare e analizzare la modalità di dimissione propria di ciascun caso permette di effettuare una prima stima circa la gravità degli esiti, consentendo di individuare la percentuale dei pazienti deceduti o di coloro che sono stati trasferiti verso altre strutture per ulteriori cure rispetto ai pazienti dimessi al proprio domicilio. Le prime due modalità di dimissione indicano infatti una maggiore gravità delle lesioni riportate dal paziente rispetto a coloro che vengono dimessi ordinariamente al proprio domicilio;

g) distretto corporeo interessato dal trauma; tale analisi è stata realizzata suddividendo la casistica in esame secondo il distretto corporeo coinvolto. Per fare ciò ci si è serviti della classificazione Eurocost, che permette di classificare le lesioni secondo gruppi diagnostici a diversa probabilità di invalidità permanente. In particolare, tale classificazione associa ad ogni codice ICD-9-CM appartenente ad una diagnosi principale il corrispettivo distretto anatomico di appartenenza, pertanto, l'uso di tale modello appare utile anche per calcolare i costi relativi all'ospedalizzazione a seguito di incidente stradale.

Per ogni distretto corporeo presente all'interno della classificazione Eurocost sono stati quindi calcolati due parametri:

1 – Degenza media;

2 – Costo medio.

I due parametri indicano rispettivamente le giornate di degenza che mediamente sono associate ad un ricoverato da incidente stradale e le risorse economiche spese per tale degenza. È tramite quest'ultimo parametro che è stato possibile calcolare, tramite una media pesata tra i vari distretti corporei, il costo medio di un ricovero per un particolare tipo di incidente.

Ad ogni scenario di incidente sono state quindi associate una o più tecnologie di ausilio alla guida che, nello scenario considerato, permettono di ridurre la probabilità che si verifichi un incidente.

Per gli incidenti riuniti all'interno della categoria "Incidenti per Collisione" e che, pertanto, riguardano la collisione con un altro veicolo a motore, con un ciclista, un pedone o altro veicolo non a motore è stata associata la tecnologia di frenata automatica di emergenza (AEB). La presenza di tale tecnologia secondo quanto riportato nello studio realizzato dalla Fondazione Caracciolo in collaborazione con il Politecnico di Torino porterebbe ad una riduzione delle collisioni pari al 35%. Un'ulteriore tecnologia che può agire in tale tipologia di incidenti è il sistema di adattamento intelligente della velocità, in quanto la probabilità di non essere capaci di evitare una collisione aumenta con la velocità con cui si muove il veicolo, per cui, a velocità minori il conducente avrebbe a disposizione un tempo maggiore per l'applicazione di azioni correttive. La riduzione degli incidenti a seguito della presenza dell'ISA è stata considerata pari al 25% (Lai *et al*., 2012).

Gli "Incidenti per fuoriuscita di corsia" sono stati associati ai seguenti dispositivi:

– *Lane Keeping Systems*; tali dispositivi, avendo la funzione di evitare un cambio di corsia involontario ridurrebbe il numero di collisioni che si verificano a seguito di questa tipologia di manovra. La presenza di tale tecnologia comporterebbe una riduzione nel numero di incidenti pari al 28% (Utriainen *et al*., 2020).

– Dispositivi di rilevazione dell'angolo cieco, grazie al sensore che rileva la presenza di un altro veicolo all'interno dell'angolo privo di visibilità è possibile evitare una percentuale di collisioni pari al 20% (Cicchino, 2018) che si verificano quando, a seguito di un sorpasso, il conducente del veicolo che ha sorpassato si appresta a rientrare all'interno della propria corsia.

Infine, agli "Incidenti per perdita di controllo" è stata associata l'ADAS di *Intelligent Speed Adaptation* che agisce sul fattore velocità, il quale costituisce una delle principali cause di incidente, regolando questa in base ai limiti imposti sul tronco stradale.

L'effetto del sistema *Alcohol Interlock System* è stato considerato trasversale, ossia, la sua efficacia nella riduzione degli incidenti stradali è stata considerata positiva indipendentemente dallo scenario in quanto, come si è avuto modo di osservare precedentemente il rischio di incidente stradale cresce esponenzialmente con l'aumentare del tasso alcolemico. La percentuale di riduzione stimata è stata pari al 15% (Perelman School of Medicine alla University of Pennsylvania). Tali riduzioni percentuali sono state successivamente applicate ai singoli scenari per determinare le risorse economiche risparmiabili.

7 – Risultati

Per ogni criterio riportato all'interno del paragrafo dedicato alla metodologia, i risultati ottenuti sono stati successivamente confrontati con le analisi di incidenti stradali presenti nelle statistiche italiane ACI-ISTAT in modo tale da verificare eventuali scostamenti. All'interno di questo articolo, tuttavia, vengono presentati esclusivamente i risultati dell'analisi per "distretto corporeo" in quanto è tramite l'utilizzo di tale classificazione che è possibile individuare il costo associato a ciascuno scenario. Negli *incidenti per collisione* i distretti corporei maggiormente coinvolti sono le estremità inferiori del corpo, l'addome e la testa. Analizzando i due parametri della degenza media e del costo medio si evince che le lesioni più severe, pertanto caratterizzate

da un valore più elevato dei due indicatori, sono in prima istanza quelle del capo, seguite dalle lesioni del rachide (Tabella 7).

Tabella 7 - Classificazione per distretto corporeo, incidenti per collisione, 2017 - 2018 - 2019 (Fonte: dati sanitari della Regione Piemonte)

Injury group (EUROCOS	2017			2018			2019				
base level	Totale	Degenza Media	Costo Medio	Totale	Degenza Media	Costo Medio	Totale	Degenza Media	Costo Medio	Degenza media	Costo medio
Testa	104	13,38	10811,42	90	14,48	13248,42	109	11,18	9303,29	13,01	11121,05
Faccia	36	7,75	4045,81	30	6,80	4071,80	27	4,48	3036,11	6,34	3717,91
Colonna Vertebrale	34	13,76	9296,44	45	12,31	10197,00	36	12,31	10821,25	12,79	10104,90
Addome/Torace	117	10,21	6329,91	133	9,69	6929,37	131	10,92	6498,45	10,27	6585,91
Estremità superiore	51	8,73	4883,17	34	10,74	5278,85	44	7,48	4244,62	8,98	4802,22
Estremità inferiore	126	11,90	6552,82	122	16,69	11060,70	121	12,77	7442,07	13,79	8351,87
Lesioni esterne minori	6	18,17	4210,87	11	7,45	2233,47	16	3,81	1915,81	9,81	2786,72
Altre lesioni	13	7,23	4964,84	13	21,38	11414,31	9	8,22	5706,44	12,28	7361,86

Gli *incidenti per fuoriuscita*, volontaria o involontaria, provocano principalmente lesioni all'addome o al torace e traumi agli arti inferiori. In questo caso i traumi più gravi, in termini di degenza media e costo medio, si verificano per la colonna vertebrale, tuttavia, a causa della scarsa numerosità di pazienti a cui è associata una diagnosi principale di questo tipo non si ritengono tali valori altamente significativi, analogamente a quanto emerso per le lesioni minori esterne (Tabella 8).

Tabella 8 – Classificazione per distretto corporeo, incidenti per fuoriuscita di corsia, 2017 - 2018 - 2019 (Fonte: dati sanitari della Regione Piemonte)

Injury group (EUROCOST	2017			2018			2019		
base level	Totale	Degenza Me	Costo Medio	Totale	Degenza Media	Costo Medio	Totale	Degenza Media	Costo Medio
Testa	9	6,33	3503,00	10	4,10	4635,20	18	8,72	6993,11
Faccia	2	8,00	1886,50	4	3,75	2533,75	8	8,63	5677,88
Colonna Vertebrale	4	14,50	9371,50	5	26,40	7993,00	12	12,50	5148,33
Addone/Torace	28	11,25	5168,73	18	9,67	6046,83	40	8,80	6457,03
Estremità superiore	10	8,50	3319,29	8	6,38	6891,88	16	17,56	6110,75
Estremità Inferiore	28	11,79	5564,29	35	12,97	8095,20	30	16,33	7899,17
Lesioni esterne minori	1	6,00	1062,00	5	8,20	3953,88	4	35,00	9157,00
Altre lesioni	1	2,00	1271,00	2	2,40	1250,00	3	25,00	6031,67

Gli *incidenti per perdita di controllo* rispetto a quelli per collisione presentano una leggera diminuzione delle lesioni del capo a fronte di un aumento delle lesioni che interessano le estremità superiori e inferiori (Tabella 9).

Tabella 9 – Classificazione per distretto corporeo, incidenti per perdita di controllo, 2017 - 2018 – 2019 (Fonte: dati sanitari della Regione Piemonte)

Injury group (EUROCOS	2017			2018			2019		
base level	Totale	Degenza Media	Costo Medio	Totale	Degenza Media	Costo Medio	Totale	Degenza Media	Costo Medio
Testa	20	12,65	16240,60	25	9,80	7598,10	14	10,10	11411,00
Faccia	5	6,60	2780,40	3	5,33	4012,67	2	33,00	30524,50
Colonna Vertebrale	7	9,57	5842,00	19	14,21	12637,40	7	7,00	6376,60
Addome/Torace	30	7,67	5425,57	42	8,67	3688,44	40	9,90	4869,80
Estremità superiore	27	4,41	2543,48	15	5,33	3470,13	13	5,70	3599,10
Estremità inferiore	39	11,90	6552,82	26	8,42	6580,89	15	10,30	6412,20
Lesioni esterne minori	5	3,40	1674,72	2	3,50	1583,50	2	2,00	3141,00
Altre lesioni	2	2,50	752,00	1	4,00	3492,00	3	7,00	7277,00

Una possibile spiegazione può essere dovuta al fatto che in tale dinamica sono frequentemente coinvolti i motociclisti per cui le lesioni alle estremità superiori e inferiori

risultano essere maggiormente probabili come conseguenza delle minori protezioni. La numerosità delle lesioni all'addome/torace rimane comunque elevata a causa degli urti contro gli elementi dell'infrastruttura. Contrariamente alle precedenti tipologie di incidenti in questo caso le conseguenze più gravi si hanno per diagnosi che coinvolgono il distretto corporeo della faccia, seguono i distretti di capo e spina dorsale e gli arti inferiori.

I valori ottenuti per singolo distretto corporeo associato ad un determinato scenario sono poi stati utilizzati per effettuare una media pesata del costo totale; si è scelto di eseguire una media pesata in quanto permette di tenere conto della maggiore o minore frequenza delle varie lesioni e pertanto dare una stima più affidabile circa il costo sostenuto dalla sanità nelle differenti tipologie di incidente.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 10, 11 e 12.

Tabella 10 – Media delle Medie di Costo e Degenza, Incidenti per collisione, 2017 - 2018 - 2019 (Fonte: dati sanitari della Regione Piemonte)

Incidenti per collisione	Media delle Medie
Degenza	11.53
Costo	7578.97

Tabella 11 – Media delle Medie di Costo e Degenza, Incidenti per fuoriuscita di corsia, 2017 - 2018 - 2019 (Fonte: dati sanitari della Regione Piemonte)

Incidenti per fuoriuscita di corsia	Media delle Medie
Degenza Media fra gli anni	11.61
Costo Medio fra gli anni	5974.21

Tabella 12 – Media delle Medie di Costo e Degenza, Incidenti per perdita di controllo, 2017 - 2018 - 2019 (Fonte: dati sanitari della Regione Piemonte)

Incidenti per perdita di controllo	Media delle Medie
Degenza Media fra gli anni	9.06
Costo Medio fra gli anni	6291.14

Da tale analisi appare evidente come gli incidenti per collisione abbiano un peso maggiore sul sistema sanitario in quanto causano un costo per la sanità pubblica superiore ai restanti due scenari con lunghezza media della degenza di oltre 11 giorni. I ricoverati a seguito di un incidente per fuoriuscita di corsia sono caratterizzati da una lunghezza della degenza pari a quella degli incidenti per collisione e un costo di poco inferiore all'importo speso per coloro che sono ricoverati a seguito della perdita di controllo del veicolo, la cui degenza media è la minore fra tutte.

Non essendo possibile comprendere come i differenti dispositivi interagiscano tra di loro è stato necessario considerare ogni coppia scenario-tecnologia di interesse al fine di comprendere il risparmio ottenibile calcolato tramite la presente formula:

$$R_{ijk} = N_{ij} * C_{ij} * P_k$$

dove:

- i è l'indice dell'anno: 2017, 2018, 2019;
- j è l'indice dello scenario con 1= collisione, 2= fuoriuscita di corsia, 3= perdita di controllo;
- k indice appartenente alla tecnologia (AEB, ISA, LKS, BSW, AIS);
- R_{ijk} è il risparmio ottenuto nell'anno i per lo scenario j tramite la tecnologia k;
- N_{ij} è il numero di persone coinvolte in un incidente nell'anno i per lo scenario j;
- C_{ij} è la spesa sostenuta dalla sanità in media nell'anno i per lo scenario j;
- P_k rappresenta la percentuale di feriti/morti evitabili grazie alla tecnologia k.

Pertanto, applicando per ogni tecnologia le riduzioni percentuali di morti e feriti ottenuti tramite l'analisi dello stato dell'arte si sono ottenuti i seguenti risultati monetari.

Considerando per le differenti tipologie di incidente le tecnologie che permettono di ottenere il minimo risparmio, ossia, AIS nel caso di collisioni e perdita di controllo ed BSW per gli incidenti da fuoriuscita di corsia, è possibile delineare uno scenario Worst Case, per il quale si ottengono i seguenti risparmi annui:

- 721.791,79 € per l'anno 2017;
- 865.914,10 € nell'anno 2018;
- 772.957,81 € nel 2019.

Al contrario, considerando per le differenti tipologie di incidente le tecnologie che permettono di raggiungere il risparmio massimo ossia, AEB nel caso di collisioni, LKS per incidenti dovuti al rientro nella propria corsia e ISA per lo scenario "perdita di controllo" si ottengono i seguenti valori totali per i tre anni:

- 1.635.576,69 € nel 2017;
- 1.989.432,63 € per l'anno 2018;
- 1.822.044,01 € nel 2019.

Tali valori costituiscono dei Best Case a fronte di un costo totale pari a 4,7 milioni nel 2017, 5,6 milioni nel 2018, e 4,9 milioni di euro nel 2019.

Bisogna tenere a mente come essi siano stati calcolati tenendo in considerazione un numero di ricoveri per incidente stradale decisamente inferiore rispetto alla dimensione del fenomeno reale. Se si considera infatti, la percentuale di ricoveri a seguito di un incidente stradale per la Regione Piemonte riportata nel "*Rapporto annuale sull'attività di ricovero ospedaliero, dati SDO 2019"* (Ministero della Salute, 2020), pari al 4,8% del totale dei ricoveri per trauma (41.651), è possibile dare una stima dell'incidenza economica reale che tale fenomeno ha sul Sistema Sanitario attraverso le relative Aziende sanitarie.

Considerando tale percentuale il numero di ricoverati a seguito di incidente stradale sale a circa 2000 per l'anno 2019 pertanto, seguendo tali proiezioni, il risparmio ottenibile grazie all'adozione di dispositivi di assistenza alla guida, solo per l'anno 2019, potrebbe andare quindi da un minimo di 2.139.300€ ad un massimo di 4.991.700 €.

A tali voci andrebbero sommati successivamente i risparmi che si otterrebbero per eventuali prestazioni fisioterapiche e di riabilitazione a seguito del ricovero che completano la spesa

sostenuta dalla sanità, non introdotti nei precedenti calcoli a causa del difficile metodo di stima. Pertanto, le risorse risparmiate potrebbero avere un peso sulla spesa annua decisamente superiore rispetto a quanto emerso dall'elaborato favorendo la destinazione di tali fondi ad altre forme di investimento. Ad esse si dovrebbero poi aggiungere i costi extra sanitari quali la mancata produttività, i danni non patrimoniali e i costi legati all'intervento delle forze dell'ordine i quali potrebbero drasticamente diminuire grazie all'adozione di tecnologie intelligenti.

L'analisi diviene determinante nell'ambito del monitoraggio dei livelli essenziali di assistenza (LEA) e del controllo dei costi delle aziende sanitarie (Baraldi, 2005).

8 – Conclusioni

L'attenzione verso la sicurezza stradale e l'impegno nella prevenzione degli incidenti e delle loro conseguenze sono notevolmente aumentati nel corso degli ultimi anni a livello globale, tanto da indurre le Nazioni Unite a considerarla dal 2015 tra gli Obiettivi del Millennio (SDG, *Sustainable Development Goals*).

L'elevato onere socio-economico degli incidenti stradali è spesso oggetto di analisi nei documenti delle più importanti organizzazioni internazionali, in particolare per sottolineare la necessità di migliorare la sicurezza stradale anche da un punto di vista economico, come ad esempio: l'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization, 2015), la Banca Mondiale (World Bank, 2013) e la Commissione Europea (EC, 2010). A queste iniziative si è affiancato, successivamente, un elevato progresso tecnologico che resta tutt'ora in continua evoluzione. È proprio il progredire della tecnologia che ha permesso lo sviluppo di dispositivi e sistemi ADAS le cui potenzialità, unitamente alle possibilità date da altre forme di miglioramento infrastrutturale, ha permesso e, in particolare nei prossimi anni, permetterà il raggiungimento di una maggiore sicurezza stradale (Basili *et al*., 2024).

Dall'analisi dei dati, effettuata all'interno dell'elaborato, si è ottenuto un risparmio minimo di 700.000 € ed un risparmio massimo pari a circa 2.000.000 €.

Ricordando che la casistica all'interno dell'elaborato non rappresenta la totalità dei soccorsi e dei ricoveri per incidente stradale bensì ne costituisce solo una parte è possibile dare una stima dell'incidenza economica reale che tale fenomeno ha sul Sistema Sanitario. Tramite l'installazione di dispositivi di ausilio alla guida ci si aspettano delle riduzioni, in termini di spesa pubblica, che vanno da un minimo di 2 milioni di euro ad un massimo di 5 milioni di euro annui per la sola Regione Piemonte, per cui, estendendo i risultati ottenuti alle restanti regioni Italiane si potrebbero ottenere dei risultati notevoli. Considerando ancora una volta che i costi sanitari costituiscono solo una parte dei costi sostenuti dalla società a seguito di tali eventi ci si prospetta che l'efficacia di tali sistemi sia, in proporzione, ben maggiore. Sulla base dei risultati ottenuti, è possibile affermare con ragionevole certezza come l'innovazione e la tecnologia siano fondamentali, sia per avvicinarsi all'ambizioso obiettivo "zero vittime" entro il 2050 posto dall'Unione Europea, sia per ottenere una mobilità più sicura per l'uomo e sostenibile in ottica ambientale, economica e sociale.

9 – Referenze

ACI-ISTAT (2011). Le statistiche degli incidenti stradali in Italia dagli anni trenta ad oggi. Online: https://www.istat.it/it/files//2011/11/brochureIncidentiStradali2.pdf.

ACI-ISTAT (2020). Incidenti stradali in Italia - Anno 2019. Online: https://www.istat.it/it/files/2020/07/Incidenti-stradali-in-Italia-Anno-2019-aggiornamento27ottobre2020.pdf.

Alfaro, J.L., Chapuis, M. & Fabre, F. (1994). Socio-economic Cost of Road Accidents: Final Report of Action COST 313. Commission of the European Community, Brussels.

Baraldi, S. (2005). Il Balanced Scorecard nelle aziende sanitarie. *Mecosan*, 157.

Basili, E., Caschili, C., Dalla Chiara, B. & Pellicelli, M. (2024), The impact of road accidents on hospital admissions and the potential of ADAS in containing health expenditure: Evidence from Piedmont data, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Volume *25*, 2024, 101125, ISSN 2590-1982, https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101125.

Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R. & Weimer, D.L. (2017). *Cost-benefit analysis: concepts and practice*. Cambridge: Cambridge University Press.

Cicchino, J.B. (2018). Effects of blind spot monitoring systems on police-reported lane-change crashes. *Traffic Injury Prevention*, *19*(6): 615-622. DOI: https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1476973.

Corazza, M.V., Musso, A., Finikopoulos, K. & Sgarra, V. (2017). A methodology for the evaluation of road accidents health care costs for powered two-wheelers: The Rome case study. *Case studies on transport policy*, *5*(2), 417-424. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.02.005.

European Commission (2010). Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020. Brussels, 20.7.2010 COM (2010) 389 final. Online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52010DC0389.

European Commission (2019). Road safety statistics: what is behind the figures? Online: https://transport.ec.europa.eu/background/2021-road-safety-statistics-what-behind-figures_en.

Fondazione Ania, Guidoni U. (2019). Gli incidenti alcol correlati in Italia: le azioni del settore assicurativo. Report Fondazione Ania.

Fondazione Filippo Caracciolo (2019). La frontiera tecnologica nella lotta agli incidenti stradali - Il ruolo degli ADAS.
Online: https://fondazionecaracciolo.aci.it//app/uploads/2022/05/Il_ruolo_degli_ADAS.pdf.

Freeman III, A. M., Herriges, J. A., & Kling, C. L. (2014). The measurement of environmental and resource values: theory and methods. London: Routledge.

Gurzhii, T., Gurzhii, A., Timashov, V., Zapototska, O. & Oliinyk, O. (2021). Calculating Consequences of Road Accidents for Public Administering and Strategic Management of Road Transport. *IBIMA Business Review*, 2021, 1-8. DOI: https://doi.org/10.5171/2021.644540.

Hassani-Mahmooei, B., Berecki-Gisolf, J., Hahn, Y. & McClure, R. J. (2016). The effect of pre-existing health conditions on the cost of recovery from road traffic injury: insights from data linkage of medicare and compensable injury claims in Victoria, Australia. *BMC health services research*, *16*(162), 1-8. DOI: https://doi.org/10.1186/s12913-016-1386-6.

IRES Piemonte (2014). Politiche Piemonte. Online: https://www.ires.piemonte.it/index.php/component/content/article/98-script/675-pubblicazioni.

Jones, H., Moura, F. & Domingos, T. (2014). Transport infrastructure project evaluation using cost-benefit analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 111, 400-409.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.073.

Lai, F., Carsten, O. & Tate, F. (2012). How much benefit does Intelligent Speed Adaptation deliver: An analysis of its potential contribution to safety and environment. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 63-72. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.04.011.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2012). "Studio di valutazione dei Costi Sociali dell'incidentalità stradale", Direzione Generale per la Sicurezza Stradale. Online: https://www.mit.gov.it/sites/default/files/media/documentazione/2020-12/Costo%2BSociale_2019.pdf.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2020). Costi Sociali dell'Incidentalità Stradale – Anno 2019, Direzione Generale per la Sicurezza Stradale. Online: https://www.mit.gov.it/sites/default/files/media/documentazione/2020-12/Costo%2BSociale_2019.pdf.

Ministero della Salute (2020), Rapporto annuale sull'attività di ricovero ospedaliero, dati SDO 2019. Online: https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_3002_allegato.pdf.

Montaldo & C., Occelli, S. (2019), Sicurezza stradale, Elementi per la formulazione di nuove politiche, IRES Piemonte, 2019.

Polis Lombardia & Regione Lombardia (2021). Incidenti stradali in Lombardia: i costi sanitari. Online: https://www.polis.lombardia.it/wps/portal/site/polis/DettaglioEvento/eventi-/eventi+2021/20210520-incidenti.

Regione Piemonte (2020). L'incidentalità stradale in Piemonte al 2019, *Statistiche Incidenti Stradali*. Online: https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2020-12/rapporto_2020_incidentalita_2019_0.pdf.

Segantini, M., Martiri, A. & Meschini, S. (2020). Analysis of road accidents fatalities: the impact of socio-economic factors and innovative solution strategies. *CERN IdeaSquare Journal of Experimental Innovation*, *4*(2), 2-6. DOI: https://doi.org/10.23726/cij.2020.1049.

Shadkam, N., Mahboub-Ahari, A., Jafarabadi, M. & Imani, A. (2017). Analysis of direct medical expenses resulting from road traffic injuries in the city of Tabriz. *Archives of trauma research*, *6*(4), 69-75. DOI: https://doi.org/10.4103/atr.atr_31_17.

Silcock, R. (2003). Guidelines for estimating the cost of road crashes in developing countries. *London: Department for International Development*. Online: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a2158a7e5274a750b825348/10.1.1.431.6245.pdf.

Trawén, A., Maraste, P. & Persson, U. (2002). International comparison of costs of a fatal casualty of road accidents in 1990 and 1999. *Accident Analysis & Prevention*, *34*(3), 323-332. DOI: https://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00029-X.

Utriainen, R., Pöllänen, M. & Liimatainen, H. (2020). The Safety Potential of Lane Keeping Assistance and Possible Actions to Improve the Potential. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, *5*(4), 556-564. DOI: https://doi.org/10.1109/TIV.2020.2991962.

Wegman, F. (2017). The future of road safety: A worldwide perspective. *IATSS research*, *40*(2), 66-71.

WHO – World Health Organization (2015). Second Global High-level Conference on Road Safety: Time for Results Brasilia, *Brasilia Declaration*, November 18–19. Online: https://www.who.int/news-room/events/detail/2015/11/18/default-calendar/second-global-high-level-conference-on-road-safety.

Wijnen, W. (2021). Socio-economic costs of road crashes in middle-income countries: Applying a hybrid approach to Kazakhstan. *IATSS research*, *45*(3), 293-302. DOI: https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.12.006.

Wijnen, W. & Stipdonk, H. (2016). Social costs of road crashes: an international analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 94, 97–106. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.05.005.

Wijnen,W., Weijermars, W., Vanden Berghe, W., Schoeters, A., Bauer, R., Carnis, L., Elvik, R. & Martensen, H. (2019). An analysis of official road crash cost estimates in European countries. *Safety Science*, 113, 318–327. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.12.004.

World Bank (2015). World Development Indicators. 30 January 2015. World Bank Washington. Online: https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators.

World Health Organization (2015), Global Status Report on Road Safety: 2015. *Annual Report*, Geneva. Online: https://apps.who.int/iris/handle/10665/189242.

World Health Organization (2018), *Global Status Report on Road Safety*, 2018, *Annual Report*, Geneva. Online: https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684.