



Research article

First published online: November 27, 2023

Maria Giuseppina Bruno^{*}, Chiara Colombaroni^o, Carolina Falaguasta^{}, Gaetano Fusco[§], Stefano Patri[¶], Maria Rita Scarpitti[†]**

PAY AS YOU DRIVE INSURANCE E CRONO-URBANISMO: IL TEMPO COME VARIABILE STRATEGICA

Abstract

Within the general class of Pay As You Drive car insurance policies, in this work we propose a Time-Based policy, in which car use is measured in terms of time spent driving. In particular, we explain how time-based ratemaking can contribute to a better personalization of a premium, with consequential advantages for the insurance company and the policyholder, but at the same time, it can represent a useful nudging tool to reduce dependency on cars and contribute to the achievement of sustainable mobility goals, and therefore environmental sustainability, according to modern chrono-urbanism models. We also show the results of an analysis carried out on mobility data in the city of Rome, which provide some initial information on the link between time and risk, useful both for pricing these policies and for identifying their potential market target and the infrastructural and behavioral aspects that can influence their effective use as an incentive and stimulus for a more conscious use of transport means.

Keywords: Usage-Based motor insurance, sustainable mobility, Nudge Theory, crash risk exposure measures, stop detection algorithms.

^{*}(Corresponding author) Department of Methods and Models for Territory, Economics and Finance, Sapienza University of Rome, Italy

^oDepartment of Civil, Constructional and Environmental Engineering, Sapienza University of Rome, Italy

^{**}Department of Economics and Management, University of Florence, Italy

[§]Department of Civil, Constructional and Environmental Engineering, Sapienza University of Rome, Italy

[¶]Department of Methods and Models for Territory, Economics and Finance, Sapienza University of Rome, Italy

[†]Department of Methods and Models for Territory, Economics and Finance, Sapienza University of Rome, Italy

1 Introduzione

L'attuale metodologia di calcolo del premio delle polizze assicurative auto è basata su fattori di rischio "statici" e noti a priori al momento della stipulazione del contratto (per esempio, età, sesso, ...). In funzione di questi, l'intero portafoglio di polizze di una compagnia viene suddiviso in classi di rischio. Il premio risulta così lo stesso per tutte le polizze che appartengono alla medesima classe di rischio, salvo poi essere "corretto" e "adattato" alla maggiore o minore sinistrosità di ciascun assicurato attraverso appositi meccanismi di personalizzazione. Nonostante ciò, il premio non tiene conto di numerosi elementi di eterogeneità che incidono sulla reale rischiosità di ciascun utente alla guida risultando, di fatto, "non equo" Butler et al. (1988). La letteratura sull'argomento evidenzia inoltre come tale metodologia di pricing non contribuisca a disincentivare l'uso dell'automobile e possa accentuare le disuguaglianze sociali Litman (2023).

Il meccanismo di tariffazione delle polizze auto "Usage-Based", di recente implementazione sul mercato, è invece basato su fattori di rischio più direttamente legati alla esposizione al rischio di ciascun utente risultando pertanto uno strumento più efficace di personalizzazione. La rischiosità è in particolare misurata in funzione di variabili legate al "quanto" si usa il mezzo (polizze "Pay As You Drive") o al "come" si usa (polizze "Pay How You Drive"). Si rimanda a Tselentis et al. (2016) per un'ampia rassegna della letteratura sull'argomento.

In questo lavoro, proponiamo di adottare il tempo di guida come variabile di tariffazione di questo tipo di polizze, in alternativa alla distanza o ad altre misure di comportamento alla guida tipicamente studiate in letteratura o usate nella pratica assicurativa.

Lo scopo è mostrare come una tariffazione a tempo non sia solo conveniente per la compagnia di assicurazione e gli assicurati, ma possa rappresentare un utile strumento per il raggiungimento di obiettivi di interesse pubblico che vanno ben oltre la sfera meramente assicurativa.

In particolare, spieghiamo come le polizze "Time-Based" contribuiscano ad una migliore personalizzazione del premio, con benefici in termini di solvibilità per la compagnia di assicurazione e di equità per gli assicurati.

Parallelamente, formuliamo alcune riflessioni che portano a pensare come dette polizze, a differenza di altre polizze "Usage-Based", possano indurre un utilizzo più consapevole del mezzo privato in termini spazio-tempo, consentendo di caricare più eterogeneamente la rete urbana e, quindi, decongestionarla. Una mobilità più sostenibile significa poi un minor numero di incidenti, minore congestione, minori emissioni nocive, minor inquinamento e minore dipendenza dai carburanti. Tutti obiettivi di ESG (Environmental, Social and Governance) Management cui si ispirano i moderni modelli di crono-urbanismo Moreno et al. (2021).

Progetti volti a promuovere città più sostenibili come quello della "città dei 15 minuti" e interventi politici finanziati nell'ambito "Next generation Europe" mirano a rendere il tessuto urbano il più possibile pedo-ciclabile secondo opportuni criteri di prossimità e/o accessibilità. Pensare un ridisegno urbano in questa direzione significa intervenire direttamente sulle meccaniche comportamentali degli utenti per quanto concerne la scelta del modo di trasporto.

Interventi drastici e misure coercitive non sono efficaci e risultano in alcuni casi discriminanti sotto il profilo socio-economico. Più utili e di immediata attuazione sono invece interventi ispirati alla cosiddetta "Nudge Theory", o teoria della spinta Thaler and Sunstein (2008). Si tratta di una strategia di comportamento che utilizza piccoli cambiamenti in un dato ambiente per orientare le persone a compiere azioni sostenibili. In tal senso, le assicurazioni basate sul tempo di viaggio possono diventare un utile strumento per la sua attuazione.

Svolgere una preliminare analisi del legame tempo-rischio è però essenziale ai fini del pricing delle polizze a tempo e della loro efficacia quali strumenti di crono-urbanismo. In un recente studio, Shen et al. (2020) confrontano la distanza e il tempo come misura dell'esposizione al rischio di incidente riconoscendo la validità del tempo come indicatore di rischiosità. I risultati non forniscono però informazioni riguardo il potenziale target di offerta delle polizze a tempo come strumento di nudging.

Il contributo di questo nostro paper va anche in tale direzione. Mostriamo in particolare alcuni primi risultati di un'analisi tempo-rischio svolta attraverso un modello di regressione geografica MGWR (Multiscale Geographical Weighted Regression) con riferimento alla città di Roma su dati rilevati nel 2019. Come altre città Mediterranee, Roma è caratterizzata da una forte dipendenza dall'utilizzo dell'automobile e alti livelli di congestione della rete stradale. Escludendo gli spostamenti strettamente necessari, è possibile identificare l'utenza con più potere programmatico rispetto alle scelte di viaggio e connessa a nuove dinamiche di lavoro come lo smart working. Un tale tipo di analisi permette di pensare una copertura assicurativa basata sulle esigenze individuali di spostamento in considerazione di chilometri e tempi medi di viaggio, stimati al centroide di rete, secondo un'opportuna zonizzazione di riferimento.

Differentemente dai chilometri percorsi (fissi o mediamente fissi per i viaggi sistematici casa-lavoro), il tempo per arrivare da una data origine ad una data destinazione dipende da variabili esogene, ad esempio i livelli di congestione, e da esigenze e comportamenti strategici, ma è legato anche a bias cognitivi quali l'abitudine di scelta di una data percorso o modo di trasporto. Premi basati sul tempo possono quindi stimolare, da parte dell'utente, un utilizzo strategico della rete nei diversi istanti temporali condizionatamente all'utilità associata al viaggio e alla scelta del percorso per arrivare a destinazione.

Il lavoro è strutturato nel modo seguente: nel secondo paragrafo, illustriamo la nostra proposta di polizze "Time-Based" per una migliore personalizzazione del premio; nel terzo paragrafo, spieghiamo come dette polizze possano rappresentare un efficace strumento di nudging per il perseguimento degli obiettivi di crono-urbanismo; nel quarto paragrafo, illustriamo i primi risultati dell'analisi tempo-rischio svolta, evidenziando alcuni aspetti critici che saranno oggetto di futuri approfondimenti; infine, concludiamo sottolineando il ruolo cruciale che informazioni in tempo reale sulla mobilità e sistemi di rilevamento digitale svolgono in questo campo di indagine.

2 Proposta di una polizza "Time-Based"

Il calcolo del premio in assicurazioni danni è basato sulla valutazione dell'ammontare globale del risarcimento previsto, nell'arco temporale di copertura (in genere, un anno),

con riferimento a gruppi di polizze in portafoglio considerate omogenee rispetto a specifici fattori di rischio e, in base a questi, raggruppate in distinte classi di rischio.

Il premio di ciascuna polizza è in particolare un valore sintetico (il momento primo, nel caso di premio cosiddetto "equo") della distribuzione di probabilità della variabile aleatoria "risarcimento del danno" della singola polizza, stimato con riferimento alla classe di rischio cui appartiene. Nella tecnica danni, ci si riferisce ad esso con il nome di "premio di esperienza".

Indipendentemente dal criterio utilizzato per il calcolo della distribuzione globale del risarcimento e dalla misura di rischio ad essa applicata (valore medio, quantile, ...), il premio è dunque fissato in ugual misura per tutte le polizze appartenenti alla medesima classe di rischio.

Occorre quindi, preliminarmente, effettuare un'adeguata classificazione dei rischi in base a caratteristiche qualitative e/o quantitative note all'inizio del periodo di copertura. Si parla in tal caso di "personalizzazione a priori" del premio.

Nell'ambito dell'assicurazione auto, rientrano tra i principali fattori di rischio a priori (o statici) i seguenti dati:

- dati relativi all'assicurato: età, sesso, luogo di residenza, anzianità di guida (numero di anni dal conseguimento della patente);
- dati relativi all'auto: età del veicolo, potenza del motore;
- altri dati relativi allo stato del mezzo (per esempio, parcheggio o meno in garage durante le ore notturne) e alle condizioni di copertura (per esempio, con o senza massimale).

Nella pratica, si tiene conto di tali fattori in due fasi separate: dapprima si considerano solo alcuni dei suddetti fattori e, in base ad essi, si identificano le classi di rischio; successivamente, tenendo conto degli altri fattori, ciascuna classe di rischio viene suddivisa in sottoclassi chiamate classi di premio.

Pur se appartenenti alla medesima classe di rischio/premio, le diverse polizze presentano però numerosi caratteri di eterogeneità che incidono sulla reale esposizione al rischio di ciascuna e che in genere non sono noti all'inizio del periodo di copertura o cambiano nel corso dello stesso. Occorre pertanto "correggere" il calcolo del premio per tener conto di tali elementi dinamici di diversità.

Nei classici sistemi di tariffazione, quali per esempio i sistemi di tariffazione Bonus-Malus, tale correzione agisce in fase di rinnovo contrattuale in base all'effettivo numero di sinistri registrati sulla specifica polizza nel periodo di copertura precedente. Si parla in tal caso di "personalizzazione a posteriori" del premio e di differenziazione del premio per classi di merito.

L'uso di sistemi di rilevazione in tempo reale del comportamento alla guida di un automobilista può costituire una valida alternativa di tariffazione e consentire una più "raffinata" personalizzazione del premio fin dalla sua prima fase di calcolo.

Tali sistemi consentono infatti di tener conto anche di fattori "dinamici" di rischio, legati alle abitudini e allo stile di guida del mezzo, che più direttamente incidono sulle variabili

alla base del calcolo dell'ammontare del risarcimento individuale, in altre parole sul numero dei sinistri e sull'ammontare del risarcimento del singolo sinistro.

E' su questo principio che si basano le polizze di tipo "Usage-Based" recentemente offerte nel mercato assicurativo ed è in questa direzione che va la nostra proposta basata su una tariffazione "a tempo".

Le polizze del tipo "Usage-Based" o "Customer Centric" sono tipicamente suddivise in due categorie: polizze "Pay As You Drive" (PAYD) e polizze "Pay How You Drive" (PHYD).

Le polizze PAYD sono polizze "a consumo" la cui tariffazione è basata su variabili di esposizione "quantitativa" al rischio dipendenti dalle abitudini o esigenze di guida della testa assicurata (lavoro, scuola, viaggi, ...). In pratica, sono polizze il cui premio varia in funzione del "quanto" si usa il mezzo (rientrano tra queste le polizze che si attivano o disattivano in base all'uso). La variabile più comunemente presa in considerazione nella pratica assicurativa e nella letteratura scientifica sull'argomento è la distanza, in genere espressa come numero di chilometri percorsi su un dato arco temporale di copertura.

Le polizze PHYD sono polizze il cui premio è basato su variabili di esposizione "qualitativa" al rischio, dipendenti dallo stile di guida dell'assicurato e dal suo comportamento alla guida. Come dice la denominazione stessa, il premio dipende dal "come" si usa il mezzo. Le variabili alla base del calcolo sono per esempio: il numero di brusche frenate o di sterzate, il numero di accelerazioni, In genere, dette informazioni sono riferite ad un dato arco temporale pur essendo registrate in tempo reale attraverso sistemi GPS e scatole nere.

Teoricamente, in entrambi i casi, ai fini del pricing, oltre alle grandezze sopra citate andrebbero considerati anche altri aspetti che incidono sulla sinistrosità e sui conseguenti danni. A parità di chilometri percorsi, per esempio, possono influire sulla rischiosità la tipologia di strade percorse, lo stato di manutenzione delle stesse, il livello di congestione, il motivo per il quale si guida, la fascia oraria in cui "normalmente" si guida, la maggiore o minore esperienza del guidatore,

La nostra proposta per tener conto anche di detti elementi è quella di una polizza "Time-Based", cioè basata sul tempo speso alla guida.

Il tempo riassume in sé molti degli aspetti quantitativi e qualitativi che influiscono sulla rischiosità. Pertanto, basare il prezzo della copertura assicurativa su tale variabile consentirebbe di tener conto efficacemente dell'esposizione al rischio dell'assicurato senza appesantire la relativa modellistica di calcolo.

Naturalmente, in analogia a quanto avviene per le altre tipologie di polizze, il legame tra tempo e rischiosità va preliminarmente ed opportunamente indagato al fine di classificare i rischi su base temporale.

Prezzare in base al tempo, infatti, non significa necessariamente, a priori, far pagare un premio maggiore a chi spende più tempo in macchina (anche se, come si dirà nel paragrafo successivo, per motivi commerciali e per le finalità di natura "urbanistica" di questo paper è auspicabile che lo sia).

E' indubbio infatti che un minor tempo di utilizzo dell'auto riduca l'esposizione al rischio di sinistro, ma ciò non è necessariamente vero, a priori, per un minor tempo di percorrenza. A parità di distanza percorsa, un minor tempo di percorrenza può essere conseguenza

di minor traffico o di migliori condizioni del manto stradale, tutti elementi che possono contribuire a ridurre la sinistrosità nonostante il conseguente aumento della velocità (che, peraltro, non significa necessariamente superare i limiti massimi consentiti). Ma è anche vero che il minor tempo può essere direttamente riconducibile ad una maggiore velocità e, se da un lato questa può essere frutto di una maggiore dimestichezza ed esperienza di guida, dall'altro può significare minore prudenza, quindi maggior rischio.

I risultati possono inoltre differire in base al contesto in cui prevalentemente avvengono gli spostamenti e alle loro motivazioni; per esempio possono valere in una certa misura per coloro che usano in prevalenza l'auto per spostamenti di lavoro all'interno del contesto urbano e in diversa misura per altri.

E' dunque necessario procedere ad un'attenta analisi del legame tempo-rischio.

L'esito di una tale indagine è fondamentale per ripartire le polizze in "classi di tempo" e per capire se queste ultime debbano assumere la connotazione di classi di rischio o di premio o di merito ai fini della tariffazione, in altri termini se sia più adatto un sistema di tariffazione interamente ed esclusivamente basato sul tempo o un sistema ibrido basato anche su altri fattori di rischio, tradizionali e non. L'analisi produce inoltre utili informazioni per la determinazione del target di offerta della polizza.

Nel paragrafo 4, mostriamo alcuni primi risultati.

3 Assicurazione "Pay How Long You Drive" e Crono-Urbanismo

Secondo quanto illustrato nel paragrafo precedente, la metodologia di pricing proposta garantirebbe alla compagnia di assicurazione una migliore copertura del rischio complessivo di portafoglio e dunque un beneficio in termini di solvibilità. Parallelamente, consentirebbe di personalizzare il premio adeguandolo alla rischiosità di ciascun assicurato in funzione della "classe di tempo" di appartenenza. Ciò indipendentemente dal fatto che la correlazione tra variabile temporale e rischiosità risulti positiva o negativa.

Ulteriori benefici si avrebbero nel caso di correlazione tempo-rischio positiva.

In tal caso, il premio aumenterebbe sempre all'aumentare del tempo di guida. In analogia ad altre tipologie di polizze "Usage-Based", si potrebbe parlare di polizze "Pay How Long You Drive" (PHLYD).

Il meccanismo di personalizzazione di tali polizze risulterebbe più trasparente e, sotto il profilo commerciale, si tradurrebbe in una maggiore attrattività per il mercato. Il vantaggio per gli utenti sarebbe altrettanto evidente in quanto il premio sarebbe direttamente legato all'effettivo utilizzo del veicolo.

Rispetto alle polizze PAYD basate sul chilometraggio, gli utenti potrebbero beneficiare inoltre di una riduzione del premio adottando comportamenti virtuosi di guida volti a ridurre il tempo di percorrenza in automobile. A differenza della distanza, infatti, il tempo di guida può essere ridotto attraverso comportamenti di scelta soggettivi, ad es. orario di partenza, percorso, valutazione di una catena di viaggio plurimodale. Sul piano comportamentale e in virtù della dipendenza positiva tra tempo e rischio, è peraltro ragionevole pensare che la scelta di detti comportamenti possa prevalere su quella di aumentare la velocità in quanto comporterebbe un cambiamento meno radicale dello stile di guida e del carattere del guidatori: un soggetto mediamente prudente non cambierà velocità solo perchè risparmia, piut-

tosto cambierà percorso!

Le polizze PHLYD contribuirebbero quindi a modificare favorevolmente il comportamento degli automobilisti, spingendoli a valutare alternative di viaggio e modo di trasporto che spesso, anche solo per abitudine, non considerano. In tal senso, costituiscono un utile strumento per l'attuazione di politiche e strategie di ESG Management e, in particolare, per il perseguimento di quegli obiettivi di mobilità spazio-temporale sostenibile alla base dei moderni modelli di crono-urbanismo.

Detti modelli mirano a promuovere la prossimità e l'accesso equo alle risorse disegnando il profilo urbano nell'ottica di una città policentrica, vivibile ed ecosostenibile. Sotto il profilo trasportistico, ciò è possibile principalmente riducendo la dipendenza dalle automobili e incentivando alternative sostenibili quali l'utilizzo del trasporto pubblico, della soft mobility e della sharing mobility.

Ridurre drasticamente la dipendenza dalle automobili nel contesto urbano moderno è però poco realistico considerato il ruolo cruciale che hanno nel trasporto individuale e delle merci, sia per necessità, a causa della mancanza di infrastrutture o per esigenze legate ad aspetti di natura socio-economica degli utenti, sia per scelta, a causa di abitudini o bias cognitivi insiti nel processo decisionale di preferenza di un dato percorso o mezzo di trasporto rispetto ad altri.

Tuttavia, la recente esperienza del lockdown ha evidenziato che è possibile ridurre sensibilmente la circolazione delle auto limitandone l'uso agli spostamenti strettamente necessari Falaguasta (2023). Esiste dunque la possibilità di agire sul comportamento delle persone per indurle ad un uso più responsabile e consapevole dell'auto.

Adottare misure coercitive non è equo in quanto non tiene conto delle differenti modalità di accesso alle alternative disponibili (densità/frequenza del trasporto pubblico, infrastruttura pedo-ciclabile) e delle diverse condizioni socio-economiche degli utenti alla guida.

Al contrario, secondo i principi della Nudge Theory, più corretto e altrettanto efficace può essere il ricorso a strumenti che incidono indirettamente sul comportamento degli automobilisti.

Alcune possibili strategie di nudging per ridurre l'uso dell'automobile sono:

1. promuovere il carpooling, in altri termini offrire incentivi o agevolazioni alle persone che condividono un'auto per andare al lavoro o per spostamenti regolari, attraverso appositi programmi eventualmente incentivati da sconti sui pedaggi autostradali o sull'affitto di parcheggi;
2. migliorare il trasporto pubblico, quindi investire nel miglioramento dell'offerta di trasporto pubblico, rendendola più conveniente, accessibile e confortevole;
3. promuovere mezzi alternativi, per esempio adottare un approccio multicanale per sensibilizzare le persone sulle opzioni di trasporto alternativo come la bicicletta, lo scooter elettrico o i servizi di bike-sharing, oppure offrire piste ciclabili sicure e parcheggi per biciclette per favorire l'utilizzo di questi mezzi;
4. limitare le opzioni e/o aumentare i costi di parcheggio al fine di disincentivare l'utilizzo dell'automobile e spingere le persone a considerare alternative di trasporto;

5. fornire informazioni sulla durata e l'impatto ambientale di percorrenze diverse; mostrare quanto tempo si impiega per raggiungere una destinazione utilizzando mezzi diversi, inclusi tempi di attesa e trasferimenti nel caso del trasporto pubblico; mettere in evidenza l'impatto ambientale della guida in automobile rispetto ad altre opzioni per sensibilizzare le persone e aiutarle a ponderare meglio le proprie scelte;
6. intraprendere iniziative di gamification e altre forme di incentivazione, per esempio utilizzare app o programmi che premiano le persone che viaggiano meno in automobile, oppure offrire punti o buoni sconto a coloro che riducono il tempo di guida o che completano sfide come "un giorno senza auto".

La proposta di polizze assicurative PHLYD rientra pienamente nelle strategie di questa ultima tipologia. Basandosi peraltro sul rilevamento delle informazioni in tempo reale, tale proposta può efficacemente affiancarsi ad altre iniziative di tipo 6, quali diverse forme di gamification, e ad iniziative di sensibilizzazione e di informativa di tipo 5. Misure di questa natura sono sicuramente di più immediata realizzazione rispetto ad altre azioni di nudging.

Tuttavia, è importante che tutte le iniziative sopra elencate vengano intraprese in maniera organica e coordinata perchè risultino efficaci e durature. Occorre inoltre che vengano adattate alla specifica situazione e cultura locale, tenendo conto delle esigenze e delle preferenze delle persone.

Il riadattamento infrastrutturale non può infatti prescindere da una presa di coscienza delle possibilità e degli effetti del comportamento individuale e collettivo nella relazione con il sistema di trasporto. Allo stesso tempo, incentivi di natura assicurativa non possono non tener conto del contesto infrastrutturale esistente e degli aspetti socio-economici che influenzano le scelte di vita delle persone.

Anche sotto questo punto di vista, polizze assicurative di tipo PHLYD possono rivelarsi più adatte rispetto ad altre tipologie "customer centric".

Non è possibile ad esempio trascurare il fenomeno crescente dello sprawl urbano, cioè la tendenza verso modelli di sviluppo caratterizzati da una crescita diffusa e dispersa delle aree residenziali, commerciali e industriali. In tali contesti, le distanze tra casa e lavoro tendono ad essere significativamente più lunghe rispetto a modelli di sviluppo più compatti, generando una maggiore dipendenza dai mezzi privati. In questi casi, polizze basate sul chilometraggio, oltre ad essere non eque sotto il profilo socio-economico, risulterebbero inefficaci essendo tali distanze da considerarsi fisse, a differenza delle distanze temporali per loro natura variabili.

Il tempo inoltre non dipende da variabili socio-economiche Falaguasta (2023) e per questo può considerarsi una misura di esposizione al rischio in generale più equa rispetto agli altri fattori di rischio tradizionalmente impiegati nella pratica assicurativa per valutare il prezzo di una polizza.

Come altre forme di bonus, sconti o incentivi, comunque, affinché le polizze PHLYD possano avere mercato e costituire effettivamente una "spinta gentile" verso la riduzione della dipendenza dal veicolo privato, occorre che la riduzione del premio sia calibrata sul valore attribuito soggettivamente al tempo (VOT - Value of Time).

Per la compagnia di assicurazione, il valore del tempo dipende dal suo legame con la sinistrosità e l'ammontare del danno, ma il valore del tempo può essere ancor maggiore

se rapportato al danno ambientale ed ecologico conseguente al suo legame con il traffico e la circolazione di mezzi privati. Occorre inoltre valutare quale riduzione del premio può effettivamente indurre gli assicurati a diminuire il tempo di utilizzo dell'auto, tenuto conto delle necessità, delle abitudini e della comodità legate all'uso di un mezzo proprio Cheng et al. (2022).

Anche con riferimento a detti aspetti, l'analisi tempo-rischio condotta nel paragrafo seguente può fornire utili indicazioni.

4 Analisi del legame tempo-rischio

Se il tempo alla guida è un fattore di rischio, ovvero se contribuisce al verificarsi di incidenti nel contesto del network/rete stradale, l'assunzione più semplice è che le due variabili siano fra loro correlate. In particolare, la correlazione positiva implicherebbe che ad un aumento del tempo alla guida corrisponda un aumento del verificarsi di incidenti, in analogia con quanto evidenziato in letteratura per i chilometri percorsi.

La variabile dipendente presa in considerazione in questa analisi è il numero di incidenti verificatisi nel marzo 2019 rispetto alle 155 Zone Urbanistiche della città di Roma (che costituiscono la zonizzazione di riferimento). Tale numero è distribuito come riportato in figura 1.

Come variabile dipendente consideriamo invece, alternativamente, i tempi medi di accesso/uscita verso/da il centroide di riferimento in relazione agli altri nodi del network.

I tempi medi di viaggio sono stati ricavati attraverso Floating Car Data (FCD), ovvero dati telematici (GPS) relativi ad un parco veicolare di 300000 macchine circolanti su Roma nel periodo di marzo 2019.

Le matrici origine-destinazione con il relativo conteggio complessivo dei tempi sono riferite ai viaggi sistematici casa-lavoro. Il dato in forma anonima, specificato per ID del veicolo di riferimento, non permette considerazioni in merito alla catena di viaggio. Per estrarre le matrici dei tempi di viaggio, si assume tuttavia che gli spostamenti casa-lavoro avvengano durante le ore di punta del mattino.

Come mostrano le figure 2 e 3, le regressioni globali (OLS) condotte rispetto ai tempi in uscita (source) e in entrata (target) spiegano debolmente i dati con un $R^2 < 0.5$ che definisce come la variabilità di Y (numero di incidenti) sia spiegata da X (tempo medio di accesso/uscita) per un valore inferiore al 50%.

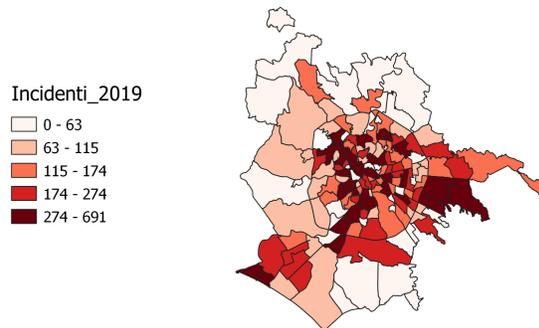
Considerare un modello di regressione geografica MGWR permette invece di comprendere dove la covariata "tempo medio di viaggio" spieghi meglio la variabilità della variabile dipendente (numero di incidenti).

La quantificazione di tale variabilità è espressa dai valori di R^2 assunti localmente per ciascuna Zona Urbanistica di uscita/ingresso come riportato nelle figure 4 e 5.

Le configurazioni spazio-temporali del fenomeno osservato sono di seguito riassunte:

- a. i tempi medi di uscita dal centroide di riferimento sono correlati positivamente al numero di incidenti nella zona Est di Roma. Pertanto l'associazione del luogo di residenza a questo quadrante implica l'aumento del rischio di incorrere in incidenti all'aumentare del tempo alla guida;

Figure 1. Distribuzione degli incidenti per Zone Urbanistiche



Source: Elaborazione propria

- b. i tempi di ingresso definiscono un'area più vasta di influenza della covariata nel definire la variabilità di Y (valore superiore al 50%) e bipartiscono i quadranti della città in un macro quadrante Sud/ Est e un macro quadrante Nord/Ovest. Nel primo, il tempo contribuisce all'incidentalità con correlazione positiva. Pertanto lavorare nei quadranti Sud/Est è un rischio tanto maggiore quanto più tempo è necessario stare alla guida per recarvisi. Diversamente, nel quadrante Nord/Ovest il tempo alla guida non spiega la variabilità dell'incidentalità e non è pertanto riconducibile ad un fattore di rischio.

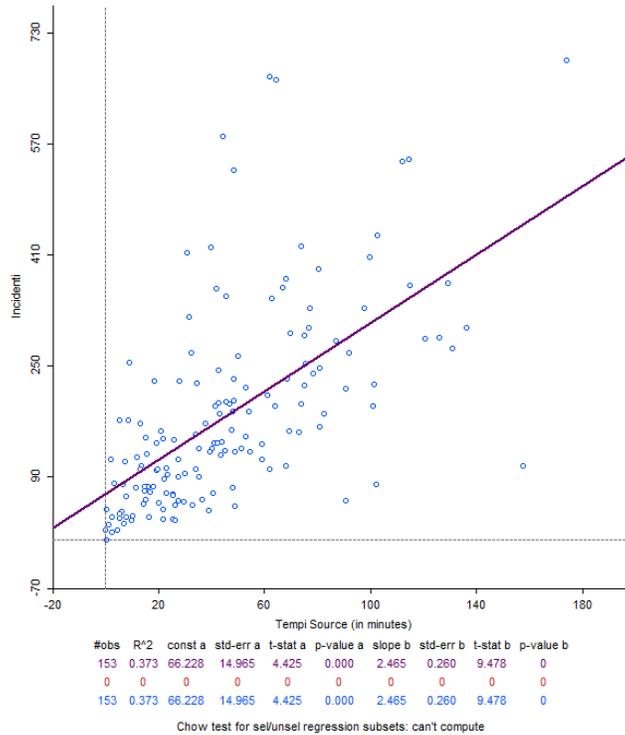
Laddove il tempo è un fattore di rischio, i clusters rappresentati dalla variabilità locale dei valori di R^2 definiscono le classi di rischio.

Tali classi di rischio sono sottoclassi del network globale vincolate alla zonizzazione di riferimento e definiscono implicitamente uno stato di salute locale/globale dell'infrastruttura.

Se, e dove, il tempo è un fattore di rischio, è lecito attendersi che la dipendenza dalle automobili sia più radicata secondo cause da attribuirsi alternativamente e/o simultaneamente a:

- deficit dell'infrastruttura, carenze dell'offerta, ridotta accessibilità;

Figure 2. Incidenti in funzione del tempo medio di uscita



Source: Elaborazione propria

- bias cognitivi come l’incapacità di varare alternative di percorso e/o di scelta modale nell’effettuare il viaggio.

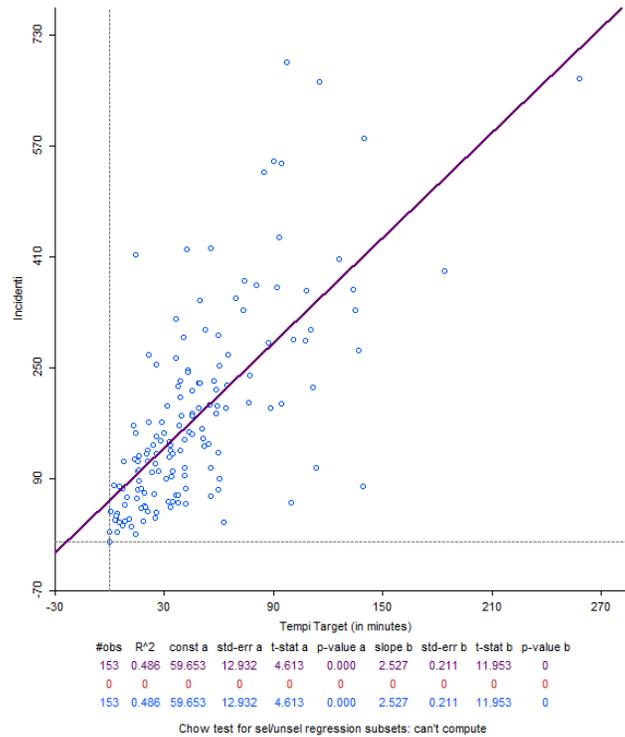
Conoscere l’allocazione delle residenze e dei luoghi di lavoro è pertanto propedeutico nel definire l’esposizione al rischio del singolo utente nel contesto del network.

L’analisi fin qui condotta presenta però alcuni aspetti problematici che val la pena di sottolineare al fine di futuri approfondimenti.

I limiti dell’analisi sono in primo luogo attribuibili alla tipologia di dato utilizzato. In particolare:

- la qualità del segnale può influire sulla capacità di rivelazione del veicolo su strada, contribuendo a errori nella determinazione del tempo effettivo di guida e del rischio connesso, e di conseguenza nella definizione delle classi di rischio;

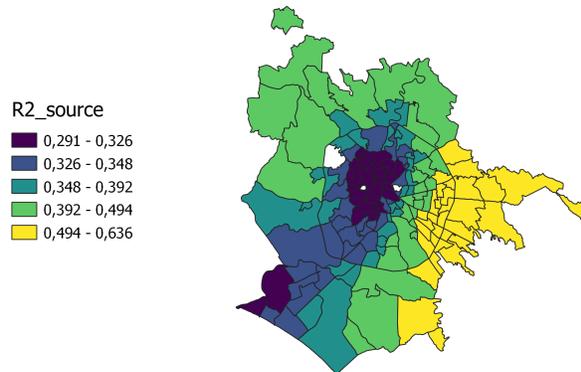
Figure 3. Incidenti in funzione del tempo medio di ingresso



Source: Elaborazione propria

- il dato rileva di fatto solo la posizione del veicolo, tralasciando informazioni di contesto essenziali per la valutazione del rischio, come: la condizione del manto stradale, le condizioni meteorologiche, le alternative di percorso disponibili, e/o la condotta degli altri utenti su strada;
- sebbene i dati FCD catturino le brusche frenate/accelerazioni su strada, è difficile capirne la gravità al fine di poterla classificare secondo un opportuno grado di pericolosità, senza doverne valutare la circostanza e/o la frequenza;
- i dati in entrata e in uscita, qui esaminati separatamente, vanno opportunamente aggregati al fine di quantificarne l'effetto congiunto sull'incidentalità nelle diverse zone.

In secondo luogo, le assunzioni fatte rispetto al periodo di riferimento e alla fascia oraria,

Figure 4. Valori di R^2 per zone di uscita

Source: Elaborazione propria

o arco temporale di inizio/fine campionamento, condizionano la configurazione spazio-temporale del network. Ciò rende necessaria, per ulteriori sviluppi, un'analisi della serie storica dei tempi di viaggio nella zonizzazione di riferimento.

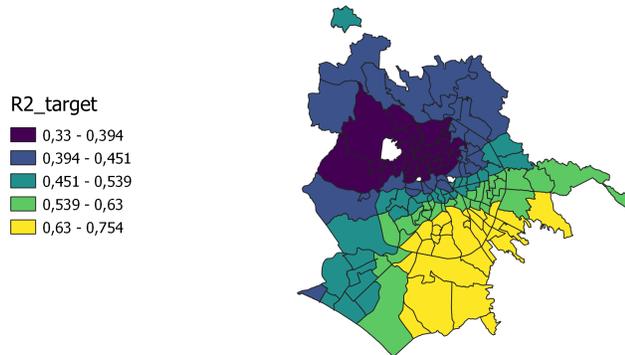
Un modello di regressione spaziale durata-evento (SDREM), che tenga conto delle caratteristiche spaziali e temporali dei dati GPS quantificando la durata degli eventi, può costituire uno strumento di indagine ulteriore per una valutazione dell'intera catena di viaggio e non solo degli spostamenti sistematici.

Infine l'impiego del modello MGWR evidenzia come il tempo si presti in specifiche zone come variabile descrittiva dell'incidentalità escludendone altre. Un tale inquadramento rende sfidante la determinazione di un prezzo assicurativo secondo logiche cronocentrate ma ibride o multicriterio il cui approfondimento si rimanda a futuri lavori.

5 Conclusioni

Pensare un ridisegno urbano nella direzione proposta dai modelli di crono-urbanismo significa intervenire direttamente sulle meccaniche comportamentali degli utenti per quanto concerne la scelta del modo di trasporto, al fine di aggirare bias cognitivi tipicamente connessi a questo tipo di processo decisionale.

Figure 5. Valori di R^2 per zone di ingresso



Source: Elaborazione propria

Polizze "Pay How Long You Drive" come quelle proposte in questo lavoro non solo consentono una personalizzazione del premio con vantaggi in ambito assicurativo, ma possono favorire il ridisegno crono-urbano riducendo potenzialmente la dipendenza dall'automobile e incentivando alternative sostenibili quali l'utilizzo del trasporto pubblico, della soft mobility e della sharing mobility.

Come illustrato in questo lavoro, i risultati dell'analisi tempo-rischio condotta sulla città di Roma mostrano come il tempo sia un buon predittore della sinistrosità nelle zone più congestionate o a più bassa densità di servizi alternativi. Ciò significa che:

- conoscere il luogo di residenza e di lavoro degli utenti permetterebbe di collocarli opportunamente nelle rispettive classi di rischio;
- considerare variabili di prossimità ad alternative di trasporto pubblico potrebbe giocare un ruolo nel definire la modifica dei comportamenti in seguito a una diversa tariffazione;
- potrebbe essere efficace sperimentare incentivi alla cooperazione per una pratica di buona mobilità che si traduca in una riduzione dei tempi per zona, e non a persona.

I risultati mostrati in questo paper sono solo un primo contributo verso un'analisi del legame tempo-rischio fondamentale ai fini del pricing delle polizze e della progettazione di una crono-città. Disporre di dati telematici e informazioni in tempo reale sulla mobilità è cruciale per svolgere un'analisi più approfondita.

Utili allo scopo possono essere i meccanismi di rilevazione telematica delle soste. Gli algoritmi di rilevamento degli arresti permettono di rilevare punti di arresto nella traiettoria che definisce la catena di viaggio in un raggio di ricerca specifico mediante dati GPS o Floating Car Data. Ai punti di arresto sono associati: l'orario e la data della sosta, la durata complessiva di stop, la lunghezza del percorso compiuto fino alla sosta e l'ID o identificativo del veicolo. Con questo tipo di algoritmo è possibile rilevare pertanto sia il consumo medio in chilometri che in ore del singolo utente. Occorre però investire in infrastrutture tecnologiche affinché l'accesso digitale sia equo nelle diverse zone.

Occorre inoltre sensibilizzare gli utenti affinché si rendano disponibili ad installare una black box di monitoraggio nelle proprie auto e a fornire i dati GPS della propria catena di viaggio.

References

- Butler, P., Butler, T., and Williams, L. L. (1988). Sex-divided mileage, accident, and insurance cost data show that auto insurers, overcharge most women. *Journal of Insurance Regulation*, 6, 241–420.
- Cheng, J., Feng, F. Y., and Zeng, X. (2022). Pay-As-You-Drive Insurance: Modeling and Implication. *North American Actuarial Journal*, 0, 1–19.
- Cich, G., Knapen, L., Bellemans, T., Janssens, D., and Wets, G. (2016). Threshold settings for trip/stop detection in gps traces. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 7, 395–413.
- Falaguasta, C. (2023). *Mobilità e morfologia urbana. Analisi dell'eterogeneità spazio-temporale a Roma*. Tesi di dottorato, Sapienza - Università di Roma.
- Litman, T. (2023). *Evaluating Transportation Equity*. Victoria Transport Policy Institute.
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., and Pratlong, F. (2021). Introducing the “15-minute city”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. *Smart Cities*, 4(1), 93–111.
- Shen, S., Benedetti, M., Zhao, S., Wei, L., and Zhu, M. (2020). Comparing distance and time as driving exposure measures to evaluate fatal crash risk ratios. *Accident Analysis and Prevention*, 142, 1–8.
- Thaler, R. and Sunstein, C. (2008). *Nudge. Improving Decision About Health, Wealth and Happiness*. Yale University Press.
- Tselentis, D., Yannis, G., and Vlahogianni, E. (2016). Innovative insurance schemes: pay as/how you drive. *Transportation Research Procedia*, 14, 362–371.