

Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili

Dipartimento per la Programmazione Strategica,
i Sistemi Infrastrutturali, di Trasporto a Rete, Informativi e Statistici
Direzione Generale per la Digitalizzazione, i Sistemi Informativi e Statistici
Ufficio di Statistica

Programmazione Strategica 2021

Obiettivo Operativo

Miglioramento delle statistiche sulla incidentalità nei trasporti stradali,
anche con riferimento alla tipologia di strada,
e produzione di un rapporto che analizzi la distanza con l'obiettivo
previsto all'interno dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite
e indichi strategie di intervento mirate alla riduzione dell'incidentalità

ISTAT - Istituto Nazionale di Statistica
Direzione Centrale per le Statistiche Sociali e il Welfare
Servizio Sistema Integrato sulla Salute, Assistenza e Previdenza

Direzione Centrale per la Metodologia e il Disegno dei Processi Statistici
Servizio Metodi, Qualità e Metadati

**Utilizzo di Open Street Map per l'analisi dell'incidentalità stradale sulla rete
viaria italiana - Aggiornamento con le informazioni sui Punti di Traffico**

Contributo ISTAT

a cura del Dr. Marco Broccoli

Istituto Nazionale di Statistica
Direzione Centrale per la Metodologia e il Disegno dei Processi Statistici
Servizio Metodi, Qualità e Metadati
broccoli@istat.it

e della Dr.ssa Silvia Bruzzone

Istituto Nazionale di Statistica
Direzione Centrale per le Statistiche Sociali e Welfare
Servizio Sistema Integrato sulla Salute, Assistenza e Previdenza
bruzzone@istat.it

Utilizzo di Open Street Map per l'analisi dell'incidentalità stradale sulla rete viaria italiana - Aggiornamento con le informazioni sui Punti di Traffico

Introduzione

In linea con il percorso intrapreso da Eurostat e da altri istituti di statistica, l'Istat nel 2017 ha iniziato a produrre sperimentalmente alcune informazioni utilizzando metodi innovativi nella produzione di dati.

Le statistiche prodotte sono definite sperimentali in quanto non rispettano pienamente i criteri necessari all'introduzione stabile di nuove metodologie, alla loro traduzione in soluzioni tecnologiche e organizzative, all'accertamento del rispetto dei requisiti di qualità e delle regole di armonizzazione.

Nel luglio 2019, l'Istat ha reso disponibili per la prima volta i dati sulle estese chilometriche delle strade per tipologia e provincia, scaricabili dal sito web collegato al sistema informativo Open Street Map (OSM) ed ha proposto il calcolo di nuovi indicatori sull'incidentalità stradale. Il prodotto presentato è incentrato, infatti, sulla valorizzazione delle fonti amministrative esistenti, lo scouting di nuove fonti e l'analisi di registri integrati e ausiliari. Il primo rilascio è riferito all'anno 2016¹.

Nel corso del 2020 sono stati aggiornati gli indicatori già pubblicati, con i dati riferiti ai dati 2017, aggiunti alcuni elementi migliorativi per le classificazioni delle strade utilizzate e introdotto l'utilizzo di nuove informazioni sul traffico, provenienti dalla fonte Open Street Map. Le nuove elaborazioni sono state diffuse a maggio 2021².

Le principali novità contenute nell'aggiornamento della statistica sperimentale sono:

- ✓ utilizzo dei Punti di Traffico presenti sull'arco stradale, si tratta di nuove informazioni estratte da OSM;
- ✓ definizione di una nuova classificazione analitica degli archi stradali anziché sistematica e predisposizione di una nuova tabella di raccordo con la classificazione localizzazione strade;
- ✓ produzione di nuovi indicatori di sintesi elaborati con uno strumento Istat generalizzato, Ranker, che permette di impostare una polarità dell'indicatore;
- ✓ depurazione degli indici di sintesi calcolati dal "fattore traffico", adozione della polarità negativa e adeguamento dei precedenti indicatori.

La sperimentazione di OSM come fonte di dati per l'analisi dell'incidentalità stradale consente di andare oltre l'attuale indisponibilità di un catasto strade nazionale, armonizzato e sistematico. Inoltre, la lunghezza in metri di carreggiata per senso di marcia di arco stradale (da Open Street Map) fornisce indubbiamente un denominatore più adeguato per la costruzione di indicatori sull'incidentalità stradale, rispetto alle misure più

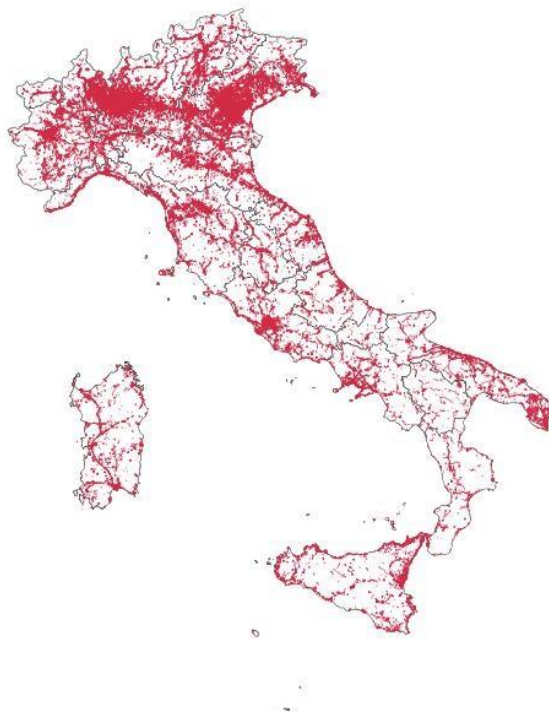
¹ Utilizzo di Open Street Map per il calcolo di indicatori per l'incidentalità stradale sulla rete viaria italiana (Istat 2019)
<https://www.istat.it/it/archivio/231732>

² Utilizzo di Open Street Map per il calcolo di indicatori per l'incidentalità stradale sulla rete viaria italiana (Istat 2021)
<https://www.istat.it/it/archivio/257382>

tradizionali, come popolazione residente o parco veicolare. L'introduzione della componente **“traffico”** costituisce, infine, un valore aggiunto per l'analisi del fenomeno.

Con questo criterio, infatti, a parità di livelli di incidentalità e di estesa chilometrica, ad esempio, per una analoga categoria di strada in due province diverse, la presenza di punti di traffico modifica il rischio di incidentalità stradale a sfavore dei tratti stradali con minor traffico, che risultano pertanto, con una pericolosità più elevata in termini di veicoli/km. Anche per la costruzione degli indicatori sull'incidentalità stradale, ponderati con i PoT, è stata utilizzata la classificazione delle tipologie di strada fornita da Open Street Map (Cfr. Figura 1), riportata a quella utilizzata dalla Rilevazione Istat degli incidenti stradali.

Figura 1: OpenStreetMap: archi stradali con punti di traffico (POT). Anno 2017



Nella costruzione di indicatori statistici per l'incidentalità stradale esiste, attualmente, una distorsione delle informazioni, con riferimento alla scelta dei denominatori più idonei per rappresentare gli eventi.

La **popolazione residente**, più spesso utilizzata, non sempre è una soluzione appropriata, soprattutto alla luce della stagionalità degli incidenti stradali e della concentrazione, in alcuni periodi dell'anno e in luoghi specifici.

Il **parco veicolare** per provincia di immatricolazione (di fonte PRA – ACI) fornisce informazioni più precise rispetto alla popolazione, ma la caratteristica del fenomeno implica una distorsione negli indicatori, legata alla mobilità degli utenti della strada sul territorio.

La **lunghezza in metri di carreggiata per senso di marcia di arco stradale** (da *Open Street Map*) e l'utilizzo dei PoT Punti di Traffico rilevati sugli archi stradali OSM, forniscono sicuramente una prima serie coerente di informazioni relative ai diversi territori. Tali informazioni non sono disponibili nelle statistiche ufficiali a livello nazionale benché esistano archivi e grafi stradali dettagliati per singolo comune, provincia e regione; non è stato ancora istituito, però, un catasto strade nazionale armonizzato e sistematico.

Anche per la costruzione di indicatori sull'incidentalità stradale, aggiornati con i dati 2017, è stato necessario ricondurre la classificazione delle tipologie di strada fornita da Open Street Map a quella utilizzata dalla Rilevazione Istat degli incidenti stradali. A tale scopo sono state applicate tecniche più raffinate e puntuali di classificazione degli archi OSM, rispetto all'edizione 2016, utilizzate le Basi territoriali pubblicate dall'Istat per il Censimento 2011 e la classificazione dei comuni al 2017.

L'aggiornamento delle località del 2011 ai comuni del 2017 è stato possibile mediante la costruzione di una tabella di collegamento che ha consentito l'aggregazione del territorio costituito da 8090 unità amministrative locali nel 2011, in 7979 comuni del territorio italiano del 2017.

La scelta degli shape delle località è conseguente all'armonizzazione del grafo stradale con la variabile localizzazione degli incidenti stradali.

Elemento centrale della produzione delle statistiche sperimentali sono sicuramente **il set di indicatori di incidentalità per estesa stradale**, fattore innovativo introdotto che prevede la misura del numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni 100 chilometri di carreggiata nella provincia e per tipologia di strada. E' inclusa, inoltre, l'aggiunta di altre informazioni desunte da OSM, come la percentuale di tratti stradali su ponte, sopraelevata o galleria.

Nell'edizione 2021 è stato incluso un nuovo **set di indicatori di incidentalità per estesa stradale, ponderati con l'informazione sulla presenza di punti di traffico**; tali indicatori misurano il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni 100 chilometri di carreggiata nella provincia, "depurato" dall'effetto sull'incidentalità causato dalla presenza dei punti di traffico sulle strade. Il calcolo viene effettuato mediante il prodotto tra il valore degli indicatori per estesa stradale e la percentuale complementare alla presenza di archi con punti di traffico sulle strade della provincia.

Per la costruzione e l'analisi di indicatori sintetici per le dimensioni prese in esame sono stati utilizzati due strumenti standard sviluppati in Istat: RankerTool desktop e i.Ranker web application. La selezione del metodo da utilizzare per la costruzione degli indici sintetici è stata anche corredata di un test di robustezza. La scelta ottimale è risultata essere orientata al metodo MZ - media aritmetica (z-scores).

L'aggiornamento di metodi e indicatori con i dati 2017

Per poter calcolare gli indicatori sull'incidentalità stradale, con denominatori rappresentati dalla lunghezza in metri di arco stradale (da Open Street Map), è stata costruita, già dall'edizione delle statistiche sperimentali pubblicate nel 2019, una tabella di raccordo tra le categorie di strade utilizzate da OSM e quelle differenti e legate alla tipologia del gestore della strada, in uso per la rilevazione incidenti stradali dell'Istat.

Questa classificazione è stata definita **"sistematica"**.

Seppure la classificazione sistematica degli archi stradali da Open Street Map nelle categorie di strada, utilizzate dall'Istat, rimane uno strumento valido, è stato fatto un passo avanti e introdotta una modifica rispetto a quanto effettuato per il primo rilascio delle statistiche sperimentali. È stata costruita, infatti, una nuova **classificazione analitica**, utilizzando una tecnica più raffinata nell'attribuzione delle tipologie dei singoli archi stradali presenti su Open Street Map, circa tre milioni e mezzo in totale, alla classificazione Istat (i risultati sono schematizzati nella tabella 1).

Il criterio operativo applicato prevede la classificazione puntuale mediante l'analisi testuale degli attributi Nome e Riferimento secondo le diverse classi di arco stradale e di attribuzione spaziale del tipo località.

Per utilizzare i dati classificati con l'apporto della tecnica migliorativa citata e garantire la comparabilità con le informazioni riferite all'anno 2016, già diffuse, sono state prodotte tabelle contenenti i nuovi indicatori aggiornati con dati 2017, corredate anche dal ricalcolo degli indicatori di ranking provinciali, sulla base della tabella di raccordo già in uso per il 2016.

Benché il prodotto costituisca un primo spendibile risultato, obiettivo finale del progetto è quello di stimare i reali flussi di traffico (veicoli/Km) sulla rete viaria nazionale. Ciò consentirebbe di calcolare la probabilità di essere coinvolti in un incidente stradale e quindi di esposizione al rischio di incidentalità.

Come già illustrato nell'introduzione, per colmare questa lacuna informativa sono state desunte dalla fonte Open Street Map anche altre informazioni aggiuntive, in particolare, i dati sui Punti di traffico presenti sull'arco stradale (PoT Point of Traffic). Sono disponibili da OSM, infatti, informazioni scaricabili mensilmente sulle localizzazioni, in relazione ai singoli archi, di punti nei quali si registra un'intensità di traffico.

La proposta di nuova costruzione di indicatori di incidentalità, "ponderati" anche con l'informazione sull'intensità di traffico, è stata effettuata considerando come elemento discriminante tra le estese stradali, i chilometri di carreggiata con la presenza di un punto di traffico negli archi.

Con questo criterio, infatti, a parità di livelli di incidentalità e di estesa chilometrica, ad esempio, per una analoga categoria di strada in due province diverse, la presenza di punti di traffico modifica il rischio di

incidentalità stradale a sfavore dei tratti stradali con minor traffico, che risultano pertanto, con una pericolosità più elevata in termini di veicoli/km.

I sistemi GIS per la rappresentazione grafica

Un sistema informativo geografico (GIS) è un sistema progettato per acquisire, archiviare, manipolare, analizzare, gestire e presentare dati spaziali o geografici. Le applicazioni GIS sono strumenti che consentono agli utenti di analizzare le informazioni spaziali, modificare i dati nelle mappe e presentare i risultati di queste operazioni. Per correlare le informazioni provenienti da fonti diverse, GIS utilizza la posizione spaziale come variabile chiave di riferimento (key reference by position). Analogamente a quanto accade di consueto per un database relazionale contenente diverse tabelle messe in relazione mediante chiavi comuni, GIS può mettere in relazione, infatti, informazioni altrimenti non correlate utilizzando la posizione come variabile chiave.

Questa specifica caratteristica del GIS ha consentito di esplorare una frontiera alternativa per la produzione di informazioni statistiche. Qualsiasi variabile può essere localizzata spazialmente utilizzando le coordinate x, y e z che rappresentano rispettivamente longitudine, latitudine ed elevazione. Queste coordinate GIS possono rappresentare altri sistemi, come territori (poligoni), reti stradali (linee) e punti di traffico (punti).

Come primo passo sono stati costruiti layer grafici sovrapposti, mediante l'utilizzo di un algoritmo ad hoc programmato per effettuare un'operazione di "join spaziale" tra i diversi attributi delle aree geografiche considerate. L'algoritmo considera in input il vettore con i layer grafici del territorio e crea un nuovo vettore costituito da una versione estesa rispetto a quella di input, con l'inclusione nella tabella collegata di attributi aggiuntivi. Gli attributi aggiuntivi e i loro valori sono desunti da un secondo livello vettoriale. Viene applicato, infatti, un criterio spaziale per selezionare i valori dal secondo livello che vengono, poi, aggiunti a ciascuna caratteristica del primo livello.

Le basi territoriali Istat utilizzate con il sistema GIS sono fornite per le seguenti unità amministrative:

- Regioni
- Province
- Comuni (aggiornati ogni anno)
- Località (solo al Censimento 2011)

L'aggiornamento delle località del 2011 ai comuni del 2016 è stato possibile mediante la costruzione di una tabella di collegamento che ha consentito l'aggregazione del territorio costituito da 8.090 unità amministrative locali nel 2011, in 7.998 comuni del territorio italiano del 2016. La scelta degli shape delle località è conseguente all'armonizzazione del grafo stradale con la variabile localizzazione degli incidenti stradali.

La classificazione località prevede 4 diverse modalità³:

1. Aree urbane
2. Nucleo abitato
3. Località produttive
4. Case sparse

Open Street Map e le tipologie di arco stradale

Open Street Map (OSM)⁴ è un progetto collaborativo finalizzato a creare mappe a contenuto libero del mondo. Il progetto punta ad una raccolta mondiale di dati geografici, con scopo principale la creazione di mappe e cartografie. La caratteristica fondamentale dei dati geografici presenti in OSM è che possiedono una licenza libera, la Open Database License.

³ Cfr. definizioni località censuarie <https://www.istat.it/it/archivio/104317>

⁴ OpenStreetMap fornisce dati geografici su migliaia di siti web, applicazioni mobili e dispositivi hardware. OpenStreetMap è costruito da una comunità di mappatori che contribuiscono e mantengono i dati sulle strade, sentieri, caffè, stazioni ferroviarie e molto altro ancora, in tutto il mondo." citazione da sito ufficiale OSM: <http://www.openstreetmap.org/about> .

È cioè possibile utilizzarli liberamente per qualsiasi scopo con il solo vincolo di citare la fonte e usare la stessa licenza per eventuali lavori derivati dai dati di OSM. Tutti possono contribuire arricchendo o correggendo i dati. Le mappe sono create usando come riferimento i dati registrati da dispositivi GPS portatili, fotografie aeree ed altre fonti libere.

I layer vettoriali di Open Street Map aggiornati quotidianamente e i dati scaricabili gratuitamente sono:

- Grafi stradali
- Punti di traffico (POT)

Shape aggiuntivi sono:

Edifici, Uso del suolo, Naturale, Luoghi, POWF (Point of Worship), POIS (Point of interest), Linee ferroviarie, Trasporto, Acqua, Corsi d'acqua

Le tipologie di archi stradali utilizzati in Open Street Map sono le seguenti (Cfr. Appendice A):

Trunk Link: Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra un *trunk* ed un altro *trunk* o altra strada di classificazione inferiore.

Primary: Strade di importanza nazionale e regionale che non godono della classificazione di autostrada, tangenziale o superstrada. Collegano tra loro le città principali. Normalmente sono classificate come SS (Strade Statali) o SR (Strade Regionali), tuttavia esistono eccezioni come per esempio in piccoli centri montani dove la strada SS attraversa il paese ma la strada primaria è una tangenziale di moderna costruzione che evita il centro abitato. In ambito urbano normalmente formano il primo anello della città (vedi Milano) e normalmente sono classificate come Viali.

Primary link: Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra una strada di importanza nazionale (primary) ed un'altra strada di importanza nazionale o altra strada di classificazione inferiore.

Secondary: Strade di importanza regionale e provinciale. Collegano tra loro i principali comuni di una regione. Sono normalmente classificate come SP (Strade provinciali) ma esistono eccezioni. In ambito urbano normalmente sono classificate come vie importanti anche a due corsie per senso di marcia.

Secondary link - Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra una strada di importanza regionale/provinciale (secondary) ed un'altra strada di importanza regionale/provinciale o altra strada di classificazione inferiore.

Tertiary: Strade di importanza locale o comunale. Collegano tra loro i comuni più piccoli. In ambito urbano sono le strade laterali a primarie e secondarie con un discreto flusso di traffico.

Tertiary link: Tratti di collegamento (svincoli/rampe) tra una strada di classificazione tertiary ed un'altra strada di classificazione tertiary od inferiore.

Unclassified: Classificazione per il livello minimo della rete stradale extraurbana. In ambito urbano sono utilizzate per raggiungere destinazioni nelle immediate vicinanze e il flusso del traffico è relativamente più basso che in strade di classificazione superiore. Spesso collegano villaggi e borghi.

Residential: Strade situate in zone residenziali per l'accesso alle abitazioni, senza funzione di collegamento tra diversi insediamenti. Sono spesso fiancheggiate da case.

Path: Sentieri non pensati per un uso specifico.

Steps: Rampe di scale, accessibili esclusivamente ai pedoni.

Unknown: Non classificate.

Benché si tratti di uno strumento Open Source e basato su informazioni provenienti da una community, il prodotto fornisce dati da considerarsi attendibili e robusti, tanto che la maggior parte dei software di navigazione GPS Android e iOS su dispositivi portatili sono alimentati da OSM, come ad esempio WisePilot, Maps.me, NavFree, Scout, ecc.

Classificazione archi stradali OSM e localizzazione degli incidenti stradali

Le tipologie di arco stradale selezionate per il calcolo degli indicatori sono tutte quelle riferite alla circolazione dei veicoli a motore: Autostrade, Tangenziali, Strade di importanza nazionale e regionale, Strade di importanza regionale e provinciale, Strade di importanza locale o comunale, Strade di importanza locale o comunale, Strade urbane, Raccordi autostradali, Tratti di collegamento (svincoli/rampe) per strade statali, regionali, provinciali o comunali, Strade di accesso o interne ad aree di servizio, non classificate. Aree

pedonali, Strade carreggiabili ad uso prevalentemente agricolo o forestale, percorsi per equitazione, piste ciclabili, percorsi e passaggi pedonali, rampe di scale non sono, invece oggetto della rilevazione.

La tabella 1 riporta il raccordo, secondo una elaborazione Istat, tra la classificazione degli archi stradali in Open Street Map secondo la località e la localizzazione strada utilizzata nella classificazione degli incidenti stradali rilevati dall'Istat.

Tabella 1 – Tabella di raccordo tra classificazione archi stradali OSM, località e tipo strada (a)

Classificazione degli archi stradali da OpenStreetMap	Località al Censimento 2011			
	Aree urbane e Nucleo abitato		Località produttive e case sparse	
	Tipo localizzazione strada da Incidenti stradali			
	Autostrade	Strade Urbane	Autostrade	Strade extraurbane
Motorway	X		X	
Trunk	X		X	
Primary		X		X
Secondary		X		X
Tertiary		X		X
Unclassified		X		X
Residential		X		X
Living Street		X		X
Motorway Link	X		X	
Trunk Link	X		X	
Primary Link		X		X
Secondary Link		X		X
Tertiary Link		X		X
Service		X		X
Unknown		X		X

(a) Elaborazione Istat

Gli indicatori sull'incidentalità stradale: la metodologia utilizzata

La proposta di calcolo di nuovi indicatori legati all'incidentalità stradale e di avvalersi di nuove fonti, a carattere sperimentale, da utilizzare al denominatore di tassi e rapporti, nasce per fornire una migliore informazione sulla esposizione al rischio rispetto a dimensioni come la popolazione residente o la flotta veicoli.

Anche se popolazione e veicoli sono, infatti, ad oggi, considerate *proxy* degli esposti al rischio di incidente, è evidente che presentano delle criticità.

Al numeratore degli indicatori sono stati considerati gli incidenti stradali, morti e feriti riferiti all'anno 2016 e provenienti dalla "Rilevazione degli incidenti stradali con lesioni a persone". L'informazione statistica sull'incidentalità è raccolta dall'Istat mediante una rilevazione totale a cadenza mensile di tutti gli incidenti stradali sulla rete stradale pubblica nazionale che hanno causato lesioni alle persone (morti entro il 30° giorno e feriti) e verbalizzati da un organo di Polizia⁵.

Per quanto concerne i denominatori utilizzati sono la popolazione residente, il parco veicolare e l'estesa chilometrica delle strade per carreggiata.

La popolazione residente⁶ non sempre è una soluzione appropriata, soprattutto alla luce della stagionalità degli incidenti stradali e della concentrazione, in alcuni periodi dell'anno, in luoghi specifici.

La flotta di veicoli per provincia di immatricolazione (di fonte PRA – ACI)⁷ fornisce informazioni più precise rispetto alla popolazione motorizzata, ma non considera il fattore mobilità degli utenti della strada sul territorio.

⁵ Rilevazione degli incidenti stradali con lesioni a persone <https://www.istat.it/it/archivio/4609>

⁶ Popolazione residente 31 dicembre 2017.

⁷ Parco veicolare ACI (Automobile Club d'Italia) veicoli a motore (esclusi i rimorchi) al 31/12/2017.

La lunghezza in metri di carreggiata per senso di marcia di arco stradale (da OSM)⁸ fornisce un set coerente di informazioni relative ai diversi territori perché è indipendente dalla stagionalità (e quindi dalla mobilità legata al periodo) e, rispetto al dato sui veicoli circolanti, dalle province di immatricolazione dei veicoli.

Tale informazione non è disponibile dalle statistiche ufficiali a livello nazionale, poiché, benché esistano archivi e grafi stradali dettagliati per singolo comune o provincia e talvolta regione, non è stato ancora istituito, però, un catasto strade nazionale.

Il set di indicatori di incidentalità per estesa stradale misura il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni 100 chilometri di carreggiata nella provincia.

Il set di indicatori di incidentalità stradale, calcolato utilizzando il parco veicolare, misura il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni 100 mila veicoli immatricolati nella provincia.

Il set di indicatori di incidentalità stradale, calcolato utilizzando la popolazione residente, misura il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni milione di residenti nella provincia.

Il nuovo set di indicatori di incidentalità per estesa stradale ponderati con l'informazione sulla presenza di punti di traffico⁹ misura il numero di incidenti, veicoli coinvolti, morti e feriti ogni 100 chilometri di carreggiata nella provincia, “depurato” dall’effetto sull’incidentalità causato dalla presenza dei punti di traffico sulle strade. Il calcolo viene effettuato mediante il prodotto tra il valore degli indicatori per estesa stradale e la percentuale complementare alla presenza di archi con punti di traffico sulle strade della provincia.

Nel presente testo non sono riportati i valori puntuali degli indicatori calcolati, contenuti nelle tabelle allegate alla pubblicazione sul sito Istat delle statistiche sperimentali consultabili alla pagina: <https://www.istat.it/it/statistiche-sperimentali/sperimentazioni-su-big-data>.

Dal calcolo dei diversi indicatori si evidenzia come le graduatorie provinciali presentino sostanziali differenze al variare del denominatore utilizzato. Una stessa provincia può trovarsi, infatti, in posizioni molto diverse nella graduatoria dei tassi di incidentalità, mortalità o lesività se utilizzata la popolazione residente o il parco veicolare, più simili tra loro, oppure l'estesa chilometrica stradale o la ponderazione con le intensità di traffico.

La comparazione degli indicatori sintetici costruiti

Per l'analisi e la comparazione degli indicatori sintetici costruiti, sono stati utilizzati due strumenti standard sviluppati in Istat: RankerTool desktop e i.Ranker web application¹⁰.

Entrambi, con poche differenze, permettono all'utente di:

- acquisire in formato standard (csv o .xls) i valori dei diversi indicatori elementari disponibili per ogni entità, già calcolati e normalizzati;
- effettuare il calcolo, per ogni entità, di uno o più metodi tra quelli implementati;
- visualizzare i valori e le graduatorie risultanti dall'applicazione di ogni singolo metodo, in forma sia tabellare sia grafica;
- porre a confronto le graduatorie mediante i diversi metodi.

Lo strumento Ranker utilizzato prevede la possibilità di scelta anche di diversi metodi.

⁸ Elaborazione GIS Basi territoriali censuarie Istat + Grafo stradale Open Street Map, al 1/1/2018, espresso in metri di lunghezza della strada per carreggiata.

⁹ L'aggiornamento degli indicatori con dati 2017 è in corso di pubblicazione al sito indicato nel testo.

¹⁰ La nota metodologica e la guida all'utilizzo sono disponibili ai link:

<http://www.istat.it/en/files/2014/03/RANKER-manuale.pdf>

https://i.ranker.istat.it/wr_guida.htm

https://i.ranker.istat.it/wr_guida_notametodologica.htm

In particolare, il metodo della Media dei valori standardizzati (MZ), il metodo MR - degli indici relativi (IR), il metodo MPI - Mazziotta-Pareto Index (De Muro et al. 2010), il Metodo delle Graduatorie (MG) e il Metodo tassonomico di Wroclaw (MTW). Le ultime due opzioni sono state però escluse a priori, poiché non ritenute idonee per il ranking degli indicatori sull'incidentalità stradale e a rappresentare il fenomeno oggetto di studio.

Per la selezione del metodo da utilizzare per la costruzione degli indici sintetici è stato effettuato un **test di robustezza e condotta una analisi di influenza** mediante l'applicazione del software COMIC¹¹ (COMposite Indices Creator) per la costruzione di indici compositi, attraverso metodi di sintesi e la valutazione della loro consistenza.

Tramite il software COMIC è stato possibile effettuare la comparazione tra il grado di robustezza per i principali metodi applicabili, in particolare in tabella 6 sono presentati i dati sulle medie e scarti quadratici medi degli "shifts" per i vari metodi (Cfr. Tabella 6).

Dallo studio dei risultati dell'analisi d'influenza, a seguito dell'effettuazione dei test di robustezza su un set di metodi di sintesi, la scelta ottimale risulta essere orientata ai metodi di MZ - media aritmetica (z-scores) e MPI - Mazziotta-Pareto Index.

Viste le caratteristiche del metodo MZ - media aritmetica (z-scores), metodo più conosciuto e di più facile interpretazione per la lettura dei risultati e accessibile a tutti gli utenti, è stato selezionato per la presentazione dei dati contenuti nel presente lavoro.

Gli indicatori di incidenti stradali: principali risultati

Gli indicatori proposti fanno riferimento al rapporto tra incidenti stradali, morti, feriti e veicoli rispetto alla lunghezza della strada, considerando anche le informazioni aggiuntive sui punti di traffico, la popolazione residente e il parco veicoli. I risultati sintetizzati di seguito, riguardano i principali indicatori rispetto all'estesa stradale e agli indicatori di sintesi.

Per quanto concerne i principali risultati, si osserva una massima esposizione al rischio di incidenti stradali sulle autostrade e sulle strade urbane, e con livelli più elevati nelle grandi città. Milano registra un massimo di tassi per incidentalità stradale e veicoli coinvolti per 100 km di carreggiata stradale, su Autostrade (rispettivamente 144,69 e 313,54 per la classificazione degli archi stradali 2017) e Genova su Strade urbane, di incidenti e veicoli per 100 km (152,91 e 256,66). Sulle strade extraurbane, invece, le province di medie dimensioni risultano quelle con i livelli più elevati dei tassi, Monza e della Brianza presenta il valore massimo.

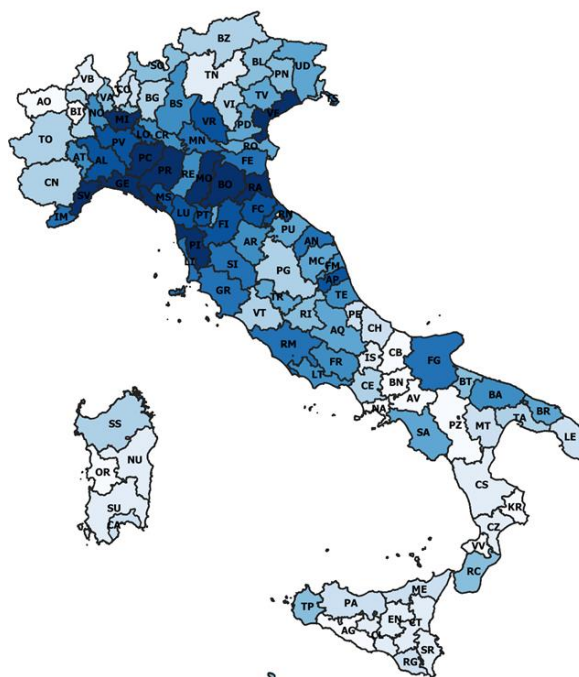
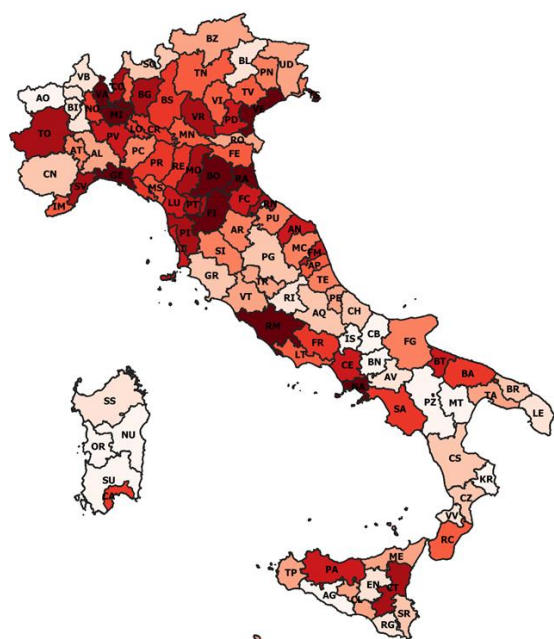
Gli Indicatori di incidenti stradali per lunghezza stradale "pesati" con l'informazione PoT (Punti di Traffico) misurano, infine, il numero di incidenti stradali, veicoli coinvolti, morti e feriti per 100 chilometri di carreggiata della provincia, "corretti" dall'effetto della presenza di punti di traffico sulle strade. I rapporti si basano sul prodotto tra il valore degli indicatori per lunghezza stradale e la percentuale complementare (1-p) alla presenza di archi con punti di traffico sulle strade della provincia. È interessante osservare come spesso la stessa provincia presenti posizioni diverse nella graduatoria dell'indicatore per estesa stradale, rispetto alla graduatoria degli indicatori depurata dall'effetto traffico. È il caso, ad esempio, degli incidenti stradali sulle autostrade di Genova e Milano. La posizione di Genova, infatti, rivela una posizione di svantaggio, rispetto a Milano, solo considerando l'indicatore ricalcolato con punti di traffico ed evidenziando la reale pericolosità sulle strade della provincia.

Infine, un gruppo di indicatori di incidenti stradali composti e sintetici completa il set di indicatori 2017.

I valori degli indici sono stati calcolati secondo il metodo MZ (media aritmetica Z score), questo metodo consente di calcolare indicatori di sintesi, in relazione alle caratteristiche delle infrastrutture e dei veicoli, con o senza l'influenza del flusso di traffico. I risultati mostrano che la graduatoria delle province italiane, rispetto al nuovo indicatore sintetico, risulta modificata rispetto alla graduatoria dei singoli indici e sottolinea un nuovo profilo di rischio infortunistico a livello territoriale (Cfr. Fig.2 e 3).

¹¹ COMIC (COMposite Indices Creator) <https://www.istat.it/it/metodi-e-strumenti/metodi-e-strumenti-it/analisi/strumenti-di-analisi/comic>

Figura 2. Rango MZ per arco stradale. Anno 2017 **Figura 3. Rango MZ per popolazione. Anno 2017**



Riferimenti bibliografici:

BROCCOLI M., BRUZZONE S., 2021. Utilizzo di Open Street Map per il calcolo di indicatori per l'incidentalità stradale sulla rete viaria italiana. Aggiornamento con dati 2017. Istat Roma, Statistiche Sperimentali <https://www.istat.it/it/archivio/257382>

BROCCOLI M., BRUZZONE S., 2019. Utilizzo di Open Street Map per il calcolo di indicatori per l'incidentalità stradale sulla rete viaria italiana. Istat Roma, Statistiche Sperimentali <https://www.istat.it/it/archivio/231732>

FARCHI, S., MOLINO, N., GIORGI ROSSI P. et al., 2006. *Defining a common set of indicators to monitor road accidents in the European Union*. BMC Public Health 6, 183.

HAKKERT A.S., BRAIMAISTER L., 2002. *The uses of exposure and risk in road safety studies*, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam (NL).

MAZZIOTTA M., PARETO A., 2013. *Methods for constructing composite indices: one for all or all for one?*, Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica Volume LXVII n. 2 Aprile-Giugno 2013.

RETALLACK A.E., OSTENDORF B., 2020. *Relationship between Traffic Volume and Accident Frequency at Intersections*, Int J Environ Res Public Health. 2020 Feb; 17(4): 1393.

APPENDICE A – Rappresentazione cartografica di alcune tipologie di archi stradali da OpenStreetMap

Figura A1. Mappa delle Primary Roads
(Open Street Map)



Figura A2. Mappa delle Secodary Roads
(Open Street Map)



Figura A3. Mappa delle Motorways
(Open Street Map)



Figura A4. Mappa dei Trunk
(Open Street Map)

