PROGETTI V CALL 2025/2026

Titolo progetto:	Analisi comparativa dei grafi stradali: soluzioni open source vs commerciali
Descrizione	Alla luce delle recenti raccomandazioni dell'OCSE relative all'impiego di soluzioni open source, il progetto si è posto l'obiettivo di analizzare in modo comparativo le prestazioni e le caratteristiche del grafo stradale commerciale attualmente adottato dall'Istituto rispetto a un'alternativa open. Al momento non è disponibile un metodo di validazione sistematica dei dati prodotti con il grafo commerciale, aspetto che rende ancora più rilevante la verifica di soluzioni alternative. L'adozione di fonti open, oltre a favorire la riduzione dei vincoli economici, consentirebbe di ampliare le possibilità analitiche dell'Istituto, includendo scenari transfrontalieri e la costruzione di indicatori di accessibilità più complessi.
Obiettivi	• Valutare le potenzialità, i limiti e l'affidabilità delle fonti open per applicazioni statistiche e geospaziali, contribuendo alla definizione di pratiche più trasparenti, sostenibili ed economicamente efficienti. • In questa fase preliminare, calcolare la matrice origine-destinazione tra i capoluoghi di provincia italiani con strumenti open, per valutare le differenze rispetto a quanto prodotto mediante il grafo commerciale acquisito dall'Istituto.
Metodologia	È stato utilizzato OpenStreetMap e, in particolare, OSRM (Open Source Routing Machine, https://project-osrm.org/), una libreria open source per la pianificazione delle rotte e un servizio di rete progettato per essere compatibile con i dati della rete stradale di OSM. Per il calcolo delle velocità è stato impiegato il profilo car.lua standard di OSRM, senza override dei limiti di velocità reali (maxspeed) presenti su OpenStreetMap: il profilo assegna una velocità di default per classe di strada (motorway = 90 km/h, trunk = 85 km/h, primary = 65 km/h, ecc.) ogniqualvolta la way non riporti un tag maxspeed esplicito. Ai fini del confronto, per il grafo commerciale non sono stati utilizzati gli speed profile proprietari (basati su dati di traffico storico/reale); il calcolo della matrice con il grafo commerciale si basa quindi sui soli dati di rete e sui limiti di velocità associati ai tronchi stradali, senza componente di traffico dinamico. Il confronto tra i due grafi va pertanto letto come confronto tra reti stradali e relativi limiti di velocità di base, non come confronto tra un grafo "statico" e uno "dinamico basato sul traffico". Per ciascuno dei due grafi è stata calcolata la matrice origine-destinazione completa tra i 107 capoluoghi di provincia italiani (11.342 coppie), con relativi tempi di percorrenza, lunghezza del percorso e velocità media, confrontando poi sistematicamente i due output.
Risultati ottenuti	Il confronto tra le 11.342 coppie origine-destinazione mostra che il grafo open source stima tempi di percorrenza sistematicamente superiori a quelli del grafo commerciale: in media +33% (mediana +25%), con una velocità media di percorrenza pari a 85,6 km/h contro i 106,8 km/h del grafo commerciale. Le lunghezze dei percorsi (km), al contrario, risultano molto coerenti tra i due grafi: la correlazione sale a 0,999 se si escludono le coppie che coinvolgono le isole maggiori, a conferma che i due grafi individuano percorsi sostanzialmente equivalenti e che la divergenza osservata riguarda quasi esclusivamente la stima del tempo, non la scelta del tragitto. Un fattore che distorce fortemente la media aggregata è rappresentato dalle coppie Sardegna-Sicilia (90 coppie su 11.342): qui lo scarto medio sale al +198%, con punte fino al +360% (es. Cagliari-Trapani: 461 minuti/387 km secondo il grafo commerciale contro 2.116 minuti/2.433 km secondo OSRM). Questo scostamento non è riconducibile alla qualità della rete stradale, ma al diverso modo in cui i due grafi gestiscono i collegamenti marittimi tra le due isole, verosimilmente instradati su rotte di traghetto differenti. Depurando il confronto dalle coppie che coinvolgono le isole (8.556 coppie su 11.342, pari al 75% del totale), il quadro risulta molto più solido: correlazione sui tempi pari a 0,998, scarto medio contenuto e stabile pari a +24,6% (mediana +22,8%, deviazione

	standard di 8 punti percentuali). Lo scarto percentuale risulta più marcato sulle tratte brevi (sotto i 100 km, +36% medio) rispetto alle tratte medio-lunghe (+28-30%). Sulle tratte lunghe mainland-mainland a prevalenza autostradale (>400 km, 4.512 coppie), la velocità media di percorrenza con OSRM non supera mai i 101,9 km/h, indipendentemente dalla lunghezza della tratta, mentre con il grafo commerciale si arriva fino a 119,4 km/h. Questo tetto rigido è coerente con il comportamento noto del profilo car.lua di OSRM: in assenza del tag maxspeed sulla way OSM, la velocità ricade sul valore di default per la classe motorway (90 km/h), anziché sul limite reale (130 km/h in Italia). Poiché in questa analisi non sono stati utilizzati gli speed profile proprietari del grafo commerciale, il divario osservato sulle tratte autostradali non è attribuibile a una componente di traffico dinamico, ma è riconducibile a una differenza nei parametri di velocità di base assegnati alla rete autostradale nei due grafi, con il grafo open verosimilmente penalizzato dalla mancata copertura del tag maxspeed su una parte della rete OSM italiana. Nel complesso, i risultati indicano che il grafo open source, sulla rete stradale continentale, individua percorsi sostanzialmente equivalenti a quelli del grafo commerciale ma sovrastima in modo sistematico e prevedibile i tempi di percorrenza, principalmente per effetto dei parametri di velocità di default applicati alla rete autostradale; le divergenze più marcate emergono invece sui collegamenti marittimi verso le isole maggiori, dove la comparazione richiede un approfondimento specifico legato alla modellazione delle tratte in traghetto. In futuro si prevede un'analisi di dettaglio dei parametri di velocità applicati dal profilo OSRM alla rete autostradale italiana, con l'obiettivo di verificare la copertura del tag maxspeed sui tronchi interessati e valutare un'eventuale correzione dei parametri di velocità (allineamento ai limiti reali o a valori di default più rappresentativi), al fine di ridurre lo scarto sistematico osservato sulle tratte a prevalenza autostradale.
Membri del Team	Gianluigi Salvucci (Referente DIAE-DCAT-ATA) Armando d'Aniello (Referente, DIRM-DCME-MEC) Raffaella Chiocchini (DIAE-DCAT-ATA) Rossella Molinaro (DIAE-DCAT-ATA)