



POLITECNICO DI TORINO

TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

**L'impatto della betweenness sulle
scelte di localizzazione delle attività
commerciali.**

Studente:

Philippe LÉVÊQUE

Relatore:

Prof. Giulio ZOTTERI

Correlatore:

Prof. Luigi BUZZACCHI

16 luglio 2018

Sommario

Le scelte di localizzazione delle attività commerciali hanno sempre suscitato grande interesse tra i ricercatori dell'economia urbana, i quali hanno cercato e delineato le principali forze in grado di condizionarle. Questo tema, però, focalizzandosi su attività che spazialmente si distribuiscono all'interno dei confini urbani, chiama in causa, immancabilmente, anche studiosi appartenenti a campi quali l'urbanistica o l'ingegneria fisica, i primi per quanto riguarda gli studi configurazionali sulla forma urbana, i secondi per quanto concerne la modellazione di sistemi complessi. Purtroppo, sebbene negli ultimi anni si sia osservata una certa permeabilità tra questi campi, non si è ancora giunti al completo raggiungimento di un'efficace integrazione tra questi differenti rami della scienza. L'obiettivo di questo lavoro, incentrato sugli schemi di diffusione delle attività commerciali a Torino, intende quindi unire prospettive differenti e appartenenti ad ambiti di ricerca sostanzialmente distanti l'uno dall'altro al fine di ottenere una visione d'insieme sulle scelte di localizzazione delle attività commerciali; la prospettiva dell'economista urbano sarà, dunque, messa a sistema con la letteratura scientifica che descrive i processi di sviluppo urbano e delle sue forme, modellizzando la città attraverso gli strumenti e i metodi utilizzati per la riproduzione e la simulazione di sistemi complessi. La novità del lavoro consiste nella modalità con cui viene rappresentata la città, la quale non è più considerata una "superficie piana senza forma", bensì un sistema dotato di particolari geometrie imposte dalla rete stradale e dalla forma degli edifici. Tale evoluzione nella modellazione permette il calcolo di particolari indici di accessibilità, tra cui la betweenness, funzionali alla quantificazione degli impatti che la struttura urbana ha sulle scelte di localizzazione.

Indice

| | |
|--|-----------|
| 1 Sintesi della letteratura | 5 |
| 1.1 Retail e città | 6 |
| 1.2 Teoria classica della localizzazione | 10 |
| 1.2.1 Localizzazione del prodotto | 12 |
| 1.2.2 Modello unidimensionale e Central Place Theory | 13 |
| 1.2.3 Flussi disomogenei | 16 |
| 1.3 Cluster e forze esogene della competizione | 20 |
| 1.4 Studi configurazionali sulla struttura urbana | 22 |
| 1.4.1 Misure di accessibilità e teoria dei grafi | 22 |
| 1.5 Ipotesi e risultati attesi | 27 |
| 2 Dati e metodologia | 30 |
| 2.1 Rappresentazione del sistema | 30 |
| 2.2 Caso studio, dati disponibili e costruzione del database | 35 |
| 2.3 Modello e variabili | 39 |
| 2.3.1 Spatial Lag | 39 |
| 2.3.2 Il modello probit | 40 |
| 2.3.3 Le variabili dipendenti | 41 |
| 2.3.4 Le variabili indipendenti | 44 |
| 3 Risultati | 60 |
| 3.1 Modelli di regressione e stima dei parametri | 60 |
| 3.2 Analisi dei risultati | 63 |
| 3.3 Conclusioni | 68 |
| References | 78 |

| | | |
|----------|--|------------|
| A | Densità residenziale | 81 |
| B | Densità commerciale | 90 |
| C | Codici MATLAB | 99 |
| C.1 | Creazione del grafo stradale | 99 |
| C.2 | Proiezione degli edifici sulla rete stradale | 99 |
| C.3 | Straighthness | 101 |
| C.4 | Betweenness 5T | 102 |
| C.5 | Betweenness Configurazionale | 103 |
| C.6 | Betweenness Shop to Shop | 103 |
| D | Funzione proiezione | 105 |

Introduzione

Definizione del problema

Questo lavoro si focalizza sulla relazione esistente tra la forma urbana e la sua vitalità commerciale; nello specifico, si intende analizzare l'impatto che la struttura della città ha sulle scelte di localizzazione di un'attività commerciale. La domanda centrale, dunque, di questa tesi é la seguente: *quali sono gli effetti della configurazione spaziale della città sulle scelte di localizzazione delle attività commerciali?*

Con il termine configurazione spaziale ci si riferisce alla relazione di adiacenza e connettività che risulta dalla disposizione geometrica delle strutture all'interno della città. In questo senso, dunque, questo lavoro intende ricercare se esistono particolari schemi geometrici, osservabili nella struttura urbana, capaci di svolgere la funzione di attrattori nei confronti delle attività commerciali. Ponendo la questione in altri termini, si intende investigare se particolari elementi della città sono maggiormente correlati alla presenza di attività commerciali. Le relazioni che si intendono ricercare tra scelte di localizzazione e caratteristiche topologiche e morfologiche della città ci si aspetta che siano differenti a seconda della tipologia del bene venduto; per questo motivo, risulta necessario articolare lo studio di queste correlazioni per categorie merceologiche differenti. In particolare, si intende analizzare come differenti tipologie di retailer risultino condizionate dalla struttura urbana, facendo leva sui diversi comportamenti d'acquisto dei consumatori verso beni disomogenei.

Obiettivo dello studio

Il presente lavoro si fonda su due argomenti principali: l'economia urbana e gli studi configurazionali sull'ambiente edificato. Sebbene entrambi questi campi di indagine abbiano raggiunto importanti conclusioni circa le destinazioni d'uso del suolo e la loro distribuzione

spaziale, di rado queste materie si sono unite per cercare di offrire una panoramica d'insieme. Gli studi sulla forma urbana, capaci di coniugare la geometria cittadina alle ricadute sociali determinate da essa, sono rimasti per lo più inutilizzati dagli economisti urbani. Allo stesso modo, però, i fattori alla base delle funzioni di produzione e alla base delle scelte di localizzazione delle attività commerciali definite dagli economisti urbani non sono stati considerati da urbanisti ed architetti. Questo lavoro, dunque, si pone l'obiettivo di collegare questi due campi d'indagine, coniugandone metodi, strumenti e conoscenze, con l'obiettivo di offrire una nuova prospettiva sugli schemi di diffusione delle attività commerciali all'interno delle città.

Fondamentale a tal proposito risulta la scelta della scala. Risulta possibile, infatti, svolgere quest'indagine scegliendo come elemento fondamentale il quartiere, l'isolato, la via o, ancora, il singolo edificio. Volendo offrire, al termine del lavoro, uno strumento utile sia al settore pubblico che al settore privato e dotato di un'elevata granularità, si è scelto di svolgere l'analisi ragionando a livello del singolo edificio. Questa scelta, sebbene computazionalmente più onerosa delle altre, è una novità in questo campo d'indagine che si realizza all'intersezione dei due precedentemente enunciati. Sono, inoltre, molti gli attributi del contesto urbano che possono influenzare le scelte di localizzazione di un'attività commerciale e, spesso, molti di essi risultano trascurati o ignorati nei modelli che descrivono la strategia localizzativa di un retail. Nel presente lavoro si cercherà dunque di estrarre quanto più contenuto informativo possibile dai database pubblici al fine di rintracciare relazioni e co-relazioni tra oggetti e caratteristiche dello spazio urbano.

Oltre alle possibili conclusioni teoriche a cui si aspetta di pervenire con il presente lavoro, è interessante osservare come esso potrebbe avere delle ricadute pratiche sia sul settore pubblico che sul settore privato. Per quanto riguarda il settore pubblico, identificare le relazioni esistenti tra le caratteristiche dello spazio urbano e il contesto economico che lo abita può risultare un valido strumento, se consolidato da ulteriori ricerche in questa direzione, a supporto delle decisioni inerenti i piani regolatori e, più in generale, la pianificazione territoriale. In questo senso, ad esempio, si potrebbero stimare gli effetti sull'ecosistema commerciale di un quartiere indotti da un particolare intervento infrastrutturale da parte della pubblica amministrazione. Per quanto riguarda, invece, il settore privato, l'obiettivo potrebbe essere quello di sviluppare un framework operativo in grado di indicare quali edifici di una città godano di caratteristiche tali da renderli più attrattivi per ospitare un insediamento com-

merciale. In questo senso, il risultato non sarebbe altro che uno strumento a supporto delle decisioni, adottato questa volta, però, da un attore privato slegato dall'amministrazione pubblica.

Riassunto dei capitoli

Nel capitolo 1 si intende effettuare una panoramica sulle principali teorie rintracciabili in letteratura riguardanti i due campi di studio che in questo lavoro si intrecciano: l'economia urbana e gli studi configurazionali sull'ambiente edificato; oltre ad essi, però, la review della letteratura andrà anche a focalizzarsi su tematiche prettamente più legate al campo del marketing, quali, ad esempio, il comportamento d'acquisto del consumatore e i canali attraverso cui differenti beni vengono venduti.

Nella sezione 1.1 del capitolo inerente la rassegna della letteratura viene presentato il processo evolutivo che ha determinato la struttura delle città moderne; in questo senso, viene fatto particolare riferimento alle forze economiche e sociali che hanno contribuito al raggiungimento dell'attuale stato delle cose. La sezione 1.2, invece, si focalizza sulla teoria classica della localizzazione, facendo ricorso alle conclusioni e alle ricerche condotte in questo campo da Piero Sraffa e Harold Hotelling. Anche in questa sezione, vengono evidenziate le principali forze endogene che caratterizzano le scelte di localizzazione di un'attività commerciale, utilizzando come *starting point* le osservazioni di Sraffa sulla competizione spaziale. Ancora, nella sezione 1.3 del primo capitolo lo sguardo si sposta verso le forze esogene della competizione economica, ovvero quelle condizioni al contorno che impattano sulle scelte di localizzazione ma che non risultano variabili di controllo in mano agli attori economici. Oltre ad esse, in questa sezione l'attenzione si pone sul fenomeno delle agglomerazioni economiche, al fine di introdurre la problematica inerente alla comprensione della natura esogena o endogena dei fattori che le determinano. La sezione 1.4 del primo capitolo, al contrario, sposta radicalmente lo sguardo verso gli studi configurazionali, abbandonando quindi il campo economico ed entrando in quello della struttura urbana; ecco allora, una rassegna delle principali misure di accessibilità introdotte nei passati decenni per quantificare il grado di facilità con cui una determinata area della città può essere raggiunta. Sempre nella stessa sezione viene brevemente presentata la teoria dei grafi, quale strumento utile alla rappresentazione di una rete stradale composta da molteplici elementi reciprocamente

connessi.

Infine, la sezione 1.5 del primo capitolo si propone di avanzare i risultati attesi dal presente lavoro e le ipotesi sotto cui esso è stato svolto. L'appartenenza di questa sezione al primo capitolo è giustificata dall'esigenza di ricercare in letteratura le ipotesi su cui impostare il lavoro.

Nel capitolo 2 viene, invece, riportata la metodologia che è stata seguita per raccogliere, trattare e rielaborare i dati al fine di raggiungere l'obiettivo prefissato. In particolare, viene presentato il caso di studio in esame, le modalità con cui si è scelto di trattarlo e rappresentarlo e i modelli che sono stati selezionati per effettuare le analisi statistiche.

Nella sezione 2.1 è presentata la tecnica con cui si è scelto di modellizzare e rappresentare il sistema in esame. La realtà in esame è la città di Torino e lo strumento con cui si è scelto di rappresentare il sistema è la teoria dei grafi. In questa sezione viene, poi, esposto il processo attraverso il quale, a partire da un dataset grezzo e liberamente consultabile online, si è giunti alla strutturazione di un sistema funzionale al raggiungimento dell'obiettivo prefissato. Nella sezione 2.2, invece, l'attenzione si focalizza sulle fonti informative che sono state utilizzate per la modellazione del sistema e la creazione del database. Viene, inoltre, presentata nel dettaglio la composizione del dataset stesso. Infine, la sezione 2.3 fa riferimento alla definizione del modello econometrico utilizzato per ottenere i risultati attesi. All'interno di questo spaccato vengono presentate, una ad una, le variabili indipendenti che lo compongono, oltre alle tecniche e i metodi utilizzati per definirle.

Nel capitolo 3, infine, vengono presentati e commentati i risultati ottenuti. Nello specifico, nella sezione 3.1 vengono presentate le statistiche descrittive delle variabili utilizzate per la realizzazione del modello, viene specificata la metodologia con cui interpretare gli effetti marginali in un modello probit ed, infine, i modelli stessi. Nella sezione successiva, la 3.2, i risultati della regressione sono commentati e interpretati alla luce di quanto visto in letteratura. Le conclusioni sono esposte nella sezione 3.3, nella quale si presenta anche un framework per l'applicazione del modello al fine di individuare gli edifici più interessanti all'interno del campione. La presentazione dei risultati viene favorita dal ricorso a strumenti grafici presi in prestito dal mondo dei *Software GIS*, risultati essenziali per la realizzazione del presente lavoro.

Capitolo 1

Sintesi della letteratura

Lo studio della configurazione urbana si è sviluppato tra architetti, progettisti e ricercatori dei trasporti negli anni '60 e '70. Il lavoro è caratterizzato da tentativi di comprendere le forze sociali che modellano gli schemi di insediamento e di sviluppare metodi analitici che delineano proprietà significative della geometria ambientale [14], [15], [18], [16]. I lavori in questo campo hanno anche studiato gli effetti che la geometria ambientale potrebbe avere sulle prestazioni e sulla qualità della vita nelle città analizzando la relazione tra comportamento sociale e configurazione spaziale utilizzando metodi sia quantitativi che qualitativi, che vanno dalla geometria matematica e teoria dei grafi alle indagini etnografiche e l'analisi comparativa [21], [22], [20], [19].

Nello stesso periodo si è sviluppata la teoria dell'utilizzo del suolo, un ambito diverso, ma comunque profondamente connesso agli studi configurazionali. I ricercatori di questo campo si sono primariamente focalizzati sulla distribuzione spaziale della destinazione d'uso del suolo, sulle scelte di localizzazione delle imprese e sul valore economico della terra. Il loro obiettivo era quello di capire come individui diversi e gruppi di individui con diversi interessi e diverse necessità competono per le località, producendo quello che è il contesto urbano che noi tutti possiamo osservare [9], [11], [23]. Se gli studi configurazionali sono principalmente attinenti alla geometria dello spazio, l'economia urbana, o geografica, a seconda della lente con cui si guarda il fenomeno, si focalizza sulle efficienze che risultano dall'interazione spaziale tra diversi utilizzi del suolo. I due campi di indagine non sono, però, per niente disgiunti l'uno dall'altro: il primo campo di studi risulta, infatti, funzionale al secondo, in quanto lo arricchisce di informazioni; la città, con la sua configurazione spaziale, non è che il palcoscenico in cui ha luogo la competizione economica tra attori diversi.

In letteratura, però, questi due campi sono rimasti spesso separati e trattati singolarmente. Citando Alonso, infatti, "*The city is viewed as if it were located on a featureless plain, on which all land is of equal quality, ready for use without further improvements, and freely bought and sold*"[9]. Questa assunzione risulta chiaramente poco realistica e i risultati che si ottengono, in entrambi i campi d'indagine, possono risultare profondamente sottostimati laddove uno dei due influenzi l'altro senza che ve ne si tenga traccia in fase di modellazione. Comprendere come la configurazione spaziale di una città influenzi i processi di entrata ed uscita sul mercato delle attività commerciali potrebbe risultare uno strumento utile non solo per i pianificatori urbani, ma anche per gli stessi imprenditori. Come sono influenzate le scelte di localizzazione di un retailer dalla geometria della città? Quali caratteristiche della città risultano attrattori artificiali delle attività commerciali? I diversi gradi di accessibilità degli edifici quali vantaggi garantiscono e per quali categorie merceologiche? Queste sono le principali domande a cui il presente lavoro vuole rispondere e per le quali viene prima presentata una breve sintesi della letteratura, cercando di spaziare tra entrambi i campi di indagine precedentemente enunciati e cercandone una sovrapposizione logica, in quanto si ritiene che un approccio congiunto, che tenga in considerazione sia gli studi configurazionali che l'economia urbana, sia in grado di offrire una migliore comprensione del fenomeno retail.

1.1 Retail e città

Storicamente, il termine retail deriva dalla parola francese *tailleur*, che significa *tagliare, dare una forma*. Il termine, registrato per la prima volta nel 1443, indicava il processo di vendita "in piccole quantità" e questo significato è sopravvissuto, pressoché immutato, fino ai giorni nostri. Il retail, infatti, può essere definito come il processo di vendita di beni e servizi a consumatori individuali o gruppi di consumatori, mediante canali diversi ed in evoluzione, specialmente in questo ultimo decennio. Parlando di retail, l'attenzione intrinsecamente si pone su una dinamica commerciale dalla chiara connotazione B2C (*Business to Consumers*), in netta contrapposizione a quello che è l'approccio al mercato che viene solitamente perseguito da realtà che operano con clienti finali di tipo industriale, il B2B (*Business to Business*). Questa scomposizione del mercato di riferimento in categorie ben definite è fondamentale per strutturare una strategia di marketing organica ed efficace, in quanto le caratteristiche del cliente industriale sono estremamente differenti da quelle che si

rintracciano invece osservando i processi di acquisto che avvengono ogni giorno nei quartieri delle nostre città, nelle piazze e nelle strade dello shopping. Il retailing, inteso come *la tecnica di fare retail*, si pone come obiettivo quello di servire una pluralità di individui, che saranno poi anche i fruitori del bene o servizio acquistato, in porzioni atomiche, elementari, che possono poi aggregarsi in bundle. Fondamentalmente, le differenze tra il marketing B2B e il marketing B2C possono essere evidenziate secondo prospettive diverse: la numerosità del mercato, le caratteristiche della domanda, la dimensione degli acquisti o, ancora, i canali distributivi; ed è proprio lungo l'asse interpretativo che si dipana dallo studio dei canali distributivi che si è sviluppato il presente lavoro, il cui obiettivo è quello di studiare e comprendere meglio il fenomeno del retail e, nello specifico, le scelte di localizzazione delle attività commerciali in spazi urbani.

La scelta di questo soggetto determina inevitabilmente il perimetro dell'indagine: la città. Il retail è, infatti, diventato la principale fonte di consumi, la fotografia del commercio contemporaneo, la cui espressione la si osserva quotidianamente nelle nostre città. Così, dunque, come il contadino incomincia a studiare il proprio orto per capire le cause di un cattivo raccolto, si intende analizzare la struttura spaziale della città e la sua evoluzione per comprendere il fenomeno che la abita.

La forma e la struttura della città impatta la vita dei suoi abitanti e comprenderne l'organizzazione può permettere di sviluppare considerazioni sui processi di crescita economica che qui hanno luogo. La struttura spaziale delle città moderne é dovuta, in larga misura, agli sviluppi avvenuti negli ultimi due secoli nel settore dei trasporti e delle comunicazioni, mentre la loro origine è da attribuire a cause molto più lontane nel tempo. Studiando lo sviluppo delle città americane è possibile trarre delle importanti conclusioni sulle forze economiche che plasmano una città, in quanto si tratta di prodotti umani concepiti con un occhio molto più critico e razionale di quanto non sia stato per le più antiche città europee, le quali sorsero in un'epoca che ancora non presentava le relazioni socio-economiche del mondo moderno.

Un ruolo essenziale nella nascita delle città lo hanno svolto gli sbocchi sull'Oceano, i fiumi, i laghi e i canali. Queste caratteristiche morfologiche sono state attrattori naturali per i primi insediamenti umani, in quanto capaci di garantire un efficientamento economico nella gestione dei flussi commerciali, sia in ingresso, verso il Nord America, che in uscita, verso l'Europa [1]. Questa particolare rilevanza che assumono le cosiddette *waterway*

è chiaramente connessa alla mancanza di un'infrastruttura preesistente sul territorio, diversamente a quanto era possibile osservare in Europa dopo millenni di civiltà. Nel XIX secolo, l'avvento delle ferrovie determina un cambiamento radicale nella struttura spaziale delle città. Intorno alle prime stazioni ferroviarie si sviluppano dei veri e propri distretti industriali, spinti dalle stesse forze economiche che prima vedevano fiorire gran parte delle attività commerciali intorno ai porti e, muovendosi per cerchi concentrici, intorno ad essi si sviluppano nuovi poli residenziali per ospitare la manodopera impiegata [2]. Questi nuovi nuclei cittadini che vengono a crearsi non sono omogenei, ma piuttosto tendono a frammentarsi e specializzarsi in particolari attività economiche, spostando, di conseguenza, il baricentro demografico della città dal centro verso l'esterno. Il CBD (*Central Business District*), dunque, in origine prossimo alle infrastrutture originarie della città, si sposta verso la periferia. A Chicago, ad esempio, a fine '800, quattro quinti dei posti di lavoro erano condensati in un'area di quattro miglia intorno al principale polo industriale della città [4], il quale venne a crearsi come espansione dell'esistente area urbana. Questo *shift* del centro di massa demografico, dettato dalla concentrazione della domanda di lavoro in una regione periferica della città, fece sì che il centro rimase abitato prevalentemente dai ceti più abbienti, i quali, solo con l'avvento dell'elettricità e di un'infrastruttura migliorata, si sparsero in nuovi quartieri residenziali. Infine, i flussi migratori determinati da un'industria crescente e affamata di manodopera, diedero origine a sorte di enclavi, di comunità, sviluppatesi radialmente lungo le principali infrastrutture che si snodavano dal CBD. Furono questi i meccanismi che diedero vita alla cosiddetta città del XIX secolo, caratterizzata da un cuore produttivo, circondata da un proscenio di residenze localizzate intorno ai principali nodi di trasporto della città.

Con l'arrivo del telefono e dei motori a combustione interna avviene la seconda grande trasformazione. Con la riduzione dei costi variabili e dei tempi di trasporto le attività commerciali cominciano a diffondersi fuori dal centro, potendo godere di una maggiore propensione dei consumatori a spostarsi e di vantaggiosi prezzi per la terra. Si assiste quindi ad un'espansione del CBD lungo tutte le sue dimensioni; espansione che, grazie allo sviluppo organico e strutturato della rete di trasporti, permette il definitivo allontanamento delle industrie dal CBD e fuori dalle città, favorendo quindi il passaggio verso le città che conosciamo oggi. Ecco dunque che i centri cittadini iniziano a pullulare di negozi, servizi e uffici: la città del XX secolo. Come anticipato prima, il fenomeno in Europa è stato ben

diverso a causa dell'eredità storica delle città, nate infatti in periodo medievale e dotate di una grande miscellanea di residenze e negozi nel centro cittadino, probabilmente, secondo Anas, grazie alla forte presenza di servizi culturali e di culto, come teatri, scuole, università, chiese e altri luoghi di ricreazione [1]. Risulta, dunque, chiaro come l'evoluzione tecnologica e le sue ricadute sui costi di spostamento abbiano svolto un ruolo chiave nell'evoluzione della struttura urbana.

Un autore, già citato in precedenza, che ha contribuito a gettare luce sulle ragioni per cui i costi di trasporto abbiano radicalmente trasformato lo scenario urbano è Alonso. Egli sottolinea, infatti, come in una transazione economica avente oggetto una proprietà terriera i beni acquistati in realtà risultino due: la terra e la posizione [37]. Con il diritto alla proprietà un attore economico non solo ha maturato la possibilità di edificare, nei limiti dei piani regolatori, ciò che desidera; egli ha, infatti, acquistato la possibilità di raggiungere quanto lo circonda in un determinato lasso temporale. In questo senso, dunque, è come se l'acquisto di un appezzamento di terra avesse una duplice valenza: una, prettamente più materiale e concreta, connessa al diritto di sceglierne una destinazione d'uso, l'altra, dall'accezione potenziale, capace di garantire benefici di vicinanza. Queste conclusioni vengono raggiunte dall'autore partendo dalla situazione paradossale per cui in molte città americane i ceti più abbienti vivessero in periferia, contrariamente a quanto uno potrebbe attendersi; paradosso che è dovuto al fatto che i costi per la superficie siano più alti in centro città. I ceti meno benestanti, che nello studio dell'autore erano contadini, sceglievano il centro città come residenza e luogo di produzione proprio a causa degli elevati costi di trasporto in cui sarebbero incorsi delocalizzandosi all'esterno della superficie urbana. Per questo motivo, dunque, con la riduzione dei costi di trasporto questa tendenza si inverte e i ceti più abbienti tornano a popolare il centro cittadino.

Questa struttura della forma urbana, però, si limita al caso in cui essa sia monocentrica, ovvero si sviluppi intorno ad un unico CBD. Storicamente, invece, sono molti gli esempi di città caratterizzate da più centri di occupazione, definiti sotto centri, e circostanti un precedente CBD. In questo caso è possibile che la città risultante sia frutto di un processo di fagocitazione urbana oppure di un processo legato alla specializzazione precedentemente citata, in cui differenti sotto centri si specializzano in distretti produttivi. Ciò che ne risulta, chiaramente, è una città la cui densità abitativa è altamente variabile, così come le funzioni che essa svolge per i suoi residenti.

Quello che risulta, dunque, da questo *excursus*, oltre alle modalità con cui la struttura urbana è evoluta, è il concetto primario che le località all'interno delle città non possono essere considerate omogenee. Il ragionamento di Alonso riportato in precedenza, se riferito alle scelte di localizzazione di un'attività commerciale, evidenzia brillantemente l'importanza di valutare accuratamente il trade-off esistente tra costo d'acquisto o di affitto delle superfici e la vicinanza alla domanda. Inoltre, per concludere il ragionamento e anticipare un punto che verrà toccato più avanti, è probabile che l'acquisto di un appezzamento di terra, nella città moderna, sia dotato di una triplice, non duplice, valenza: alle precedenti, infatti, si può aggiungere l'effetto cognitivo generato dalla posizione sulla percezione che i consumatori hanno del prodotto venduto. Un esempio su tutti è la politica di localizzazione dei negozi di Zara, i quali tendono a posizionarsi nei fashion district, nonostante i costi proibitivi, al fine di comunicare un determinato messaggio ai propri clienti: "non vergognatevi ad andare ad un matrimonio con un vestito di Zara".

1.2 Teoria classica della localizzazione

Negli studi di economia urbana durante il XX secolo, molti autori hanno cercato di realizzare modelli e teorie in grado di spiegare le forze economiche che incidono sulla scelta di localizzazione delle imprese. Un tipico postulato in un modello che descrive le scelte di localizzazione dei retail è che esso tenda a localizzarsi nel punto in cui massimizza la propria domanda, ovvero il più vicino possibile ai suoi consumatori e ai retailer che, offrendo beni complementari, sono in grado di attrarre clientela [26]. Tali scelte di localizzazione, però, sono dipendenti dalla scelte di localizzazione dei competitors; viene, dunque, ricercato un bilanciamento tra la possibilità di maturare una posizione di monopolio in una determinata area e la possibilità, invece, di godere di una maggiore domanda localizzandosi vicino ai competitor, perdendo, di fatto, i vantaggi monopolistici. La scelta di localizzazione è, dunque, un importante aspetto strategico da tenere in considerazione, in quanto incide direttamente sui risultati economici, poichè compare nella funzione di produzione di ogni attività commerciale: a tal proposito, basta pensare come gli affitti varino all'interno della città e dell'impatto che essi possono avere sulla profittabilità dell'impresa.

Piero Sraffa ha, però, inoltre sottolineato come ogni mercato possa essere suddiviso in aree geografiche più piccole, costruite intorno ad ogni attività commerciale, all'interno delle

quali ogni venditore si trova in una posizione quasi-monopolistica [27]. Questo fenomeno è spiegato dall'autore considerando il fatto che la relazione tra volumi di vendita e prezzo sia descritta da una funzione continua. Un aumento del prezzo da parte di un venditore, infatti, produrrà una flessione delle vendite, ma non un loro annullamento, in quanto alcuni consumatori potrebbero continuare a preferirlo rispetto ad altri, ad esempio per la vicinanza o per altre preferenze personali. In questa maniera, la competizione sul mercato può essere limitata esclusivamente ad un sottogruppo di attori economici, ovvero quelli più prossimi tra di loro. La scelta di localizzazione è, dunque, qualcosa che determina i confini della futura competizione e comprendere come essa possa garantire un vantaggio competitivo è fonte d'interesse.

Riprendendo il discorso portato avanti da Sraffa, Harold Hotelling elaborò un modello in grado di rappresentare l'eterogeneità delle preferenze dei consumatori, introducendo i costi di trasporto per raggiungere il negozio da casa [35]. Nella concezione di Hotelling, tali costi pretendono di figurare come la variabile esplicativa dell'insieme delle preferenze dei consumatori. In questo contesto di analisi, la dimensione spaziale è sì una possibile determinante per le scelte dei consumatori, ma non ne rappresenta che una chiave interpretativa. La spazialità creata da Hotelling permette fondamentalmente una modellistica multi-dimensionale che potrebbe cercare di catturare i differenti criteri di preferenza dei consumatori; per le finalità, però, del presente lavoro lo sguardo deve iniziare il suo cammino dal carattere geodetico della competizione.

Ma quali sono dunque quelle forze che fanno della competizione spaziale un fenomeno palpabile e in grado di plasmare il contesto urbano? Uno dei primi punti da chiarire per cercare di limitare gli sforzi nella decifrazione del fenomeno sta nel comprendere se esso si manifesta nello stesso modo per categorie merceologiche differenti o se sono proprio le peculiarità di ognuna di esse ad essere un'esplicazione di queste forze e delle modalità con cui esse si manifestano. La risposta appare chiaramente ovvia, in quanto i comportamenti che guidano l'acquisto sono differenti a seconda della tipologia di bene comprato e del significato che esso assume nella vita dell'individuo. Una delle prime precisazioni che è necessario fare è, dunque, quella di comprendere il carattere del bene venduto e le implicazioni che esso ha sulle scelte di localizzazione.

1.2.1 Localizzazione del prodotto

I prodotti venduti in negozi al dettaglio possono essere approssimativamente divisi in tre classi: *convenience goods*, ovvero beni di prima necessità e di largo consumo, *shopping goods*, beni che il consumatore intende confrontare sulla base di prezzo, qualità e stile prima dell'acquisto e, infine, *specialty goods*, ovvero beni per cui i consumatori hanno una forte preferenza di marca [24]. Questa tripartizione dello spazio dei beni venduti risulta essenziale per la gestione del business, in quanto le strategie aziendali adottate devono riflettere le peculiarità del prodotto e tra queste vi è anche la scelta di localizzazione. Prima, però di spiegare questa categorizzazione, è utile anticiparne una seconda, più trasversale, quella introdotta da Jacobs nel 1961 che suddivide le attività commerciali in primarie e secondarie: le attività primarie sono anche definite *ancore* e sono in grado di attirare consumatori, le attività secondarie, al contrario, sono attività commerciali che crescono grazie alla presenza delle attività primarie e che dunque si sviluppano intorno ad esse [25].

Per quanto riguarda i *convenience goods*, essi tendono ad essere acquistati in negozi che godono di una buona accessibilità, in quanto tendono ad essere poco differenziati e per cui il consumatore non tende a maturare nessuna preferenza. I consumatori tendono ad avere un'ottima familiarità con questi prodotti e, non appena ne riconoscono il desiderio, nella testa del consumatore questo si trasforma in una chiara definizione della domanda, la quale vorrà essere soddisfatta prontamente; questo è anche dovuto al fatto che questa tipologia di beni presenta dei prezzi bassi e una frequenza d'acquisto piuttosto elevata. Sono queste le caratteristiche che garantiscono un grande vantaggio competitivo a quelle attività commerciali in grado di collocarsi in zone altamente accessibili da parte dei consumatori; questi tenderanno, infatti, ad acquistare tali prodotti vicino a casa, vicino al luogo di lavoro o lungo i percorsi maggiormente praticati. Queste sono evidentemente attività secondarie, poichè risentono della presenza di un'ancora nella misura in cui essa è in grado di generare flussi.

Gli *shopping goods*, per converso, tendono a venire confrontati l'uno con l'altro dal consumatore, il quale è disposto a visitare più negozi prima di procedere all'acquisto. Tale confronto può avvenire lungo molteplici dimensioni: il prezzo, la qualità e il brand possono essere definite le più frequenti, anche se spesso il confronto è dovuto al fatto che il desiderio non è stato capace di definirsi così nitidamente nella testa del consumatore come nel caso dei *convenience*. Inoltre, l'acquisto di *shopping goods* può essere posticipato per

un certo periodo dopo il riconoscimento del bisogno; la sua soddisfazione immediata non è così necessaria come per i beni convenience. Infine, i beni shopping sono caratterizzati da un'alta eterogeneità, la quale spesso si riflette in un prezzo elevato. La frequenza d'acquisto, per questo motivo, risulta più bassa rispetto ai beni convenience. Dal punto di vista della localizzazione, il desiderio da parte dei consumatori di poter confrontare i prodotti, sotto l'ipotesi di minimizzazione dei costi di trasporto, gli spinge a preferire quei negozi il cui costo per visitarli tutti è minore; di conseguenza, le attività commerciali che trattano questo genere di prodotti possono godere della vicinanza con altri negozi che trattano shopping goods, nonostante il beneficio non si mostri uniforme. Esistono infatti beni shopping in grado di svolgere la funzione di ancora per altri beni shopping, i quali avrebbero goduto di tutt'altra visibilità in altre località.

Infine, gli *specialty goods* godono di particolari caratteristiche che inducono il consumatore a sopportare particolari sforzi o costi per visitare i negozi che li offrono e concludere l'acquisto senza visitarne altri. Nel processo di acquisto di uno specialty goods, il consumatore definisce precedentemente la natura del bene che vuole comprare e del negozio in cui lo vuole acquistare. Anche in questo caso la soddisfazione del desiderio può essere posticipata. Un ruolo fondamentale per questi beni è chiaramente giocato dal brand, il quale assume carattere vitale quando, impresso nella testa del consumatore, riesce a riflettersi in un premium price. Questi prodotti sono venduti, dunque, in attività commerciali che possono essere definite primarie o ancore. Le scelte di localizzazione per queste attività seguono probabilmente delle logiche diverse da quelle dei negozi di convenience e shopping goods, anche se una maggiore vicinanza alla domanda si trasforma comunque in un vantaggio competitivo laddove non vi sia un monopolio e in presenza di costi di trasporto.

Tipologie di beni diversi, dunque, determinano differenti strategie nelle scelte di localizzazione.

1.2.2 Modello unidimensionale e Central Place Theory

Modello unidimensionale

DiPasquale e Wheaton illustrano un modello che si sviluppa prendendo in considerazione il punto di vista dei consumatori e le loro abitudini di acquisto. Nel modello si cerca analizzare come queste abitudini possano impattare i processi di diffusione delle attività commerciali

in un'area d'interesse, assunta, in questo caso, unidimensionale e sviluppata lungo una linea. In questa modellistica, la scelta dei consumatori, disposti uniformemente lungo tale retta, riguardo alla frequenza d'acquisto, è vista come un problema di minimizzazione dei costi. I costi totali sono definiti dalla somma dei prezzi d'acquisto, dei costi di trasporto e di immagazzinamento. Il costo totale annuo (C) per consumare un bene è dato dal prodotto tra il prezzo di acquisto del bene P e la quantità comprata annualmente u , dai costi annuali di approvvigionamento definiti dal prodotto tra il costo del viaggio k e la frequenza dei viaggi v e, infine, dal costo di immagazzinamento, il quale è definito come una frazione i del valore medio di magazzino tra due acquisti. La funzione di costo assume dunque la seguente forma:

$$C = Pu + kv + i\left(\frac{Pu}{2v}\right) \quad (1.1)$$

I consumatori andranno a cambiare le proprie frequenza d'acquisto con l'obiettivo di minimizzare la funzione di costo totale C . Questo problema di minimizzazione si risolve imponendo la condizione del primo ordine, derivando, quindi, la funzione C rispetto a v e ponendo tale derivata uguale a 0; questo procedimento porta alla seguente condizione di ottimalità:

$$v^* = \left(\frac{iPu}{2k}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (1.2)$$

Analizzando questo risultato è possibile trarre qualche conclusione utile in merito al comportamento d'acquisto dei consumatori. Se il costo di stoccaggio i aumenta, come nel caso di beni deperibili, la frequenza di acquisto aumenta. Aumentando, invece, il costo di trasporto k lasciando inalterate tutte le altre variabili, la frequenza di acquisto v si abbassa. La relazione, risulta, invece, opposta se ad aumentare sono i consumi annuali u . I beni che presentano un basso tasso di deperimento e che dunque possono essere immagazzinati più facilmente hanno una frequenza d'acquisto minore, rispetto a quei beni che non possono essere conservati. Oltre agli aspetti del modello inerenti il consumatore, è opportuno tenere in considerazione anche anche i costi fissi sostenuti dalle attività commerciali e l'interdipendenza delle politiche di prezzo: dei costi fissi particolarmente bassi potrebbero risultare un vantaggio competitivo rilevante se la competizione si realizza sul prezzo, in quanto una sua possibile riduzione determina un minore costo complessivo a carico del consumatore e, dunque, una maggiore propensione effettuare viaggi più lunghi per soddisfare i propri bisogni. Questo modello stima la densità attesa di attività commerciali in funzione di quattro

parametri: la frequenza d'acquisto, v , il costo di trasporto per unità percorsa, k , i costi fissi dell'attività commerciale, C , ed, infine, la distribuzione di densità dei consumatori lungo uno spazio lineare, F . I consumatori sono assunti uniformemente distribuiti lungo una linea orizzontale, come mostrata in figura 1.1. Il modello assume che tutti i retailer offrano lo stesso identico prodotto, che sostengano gli stessi costi fissi e che i consumatori acquistino il prodotto presso il rivenditore che permette loro di minimizzare il costo totale. Esso è definito dalla somma del prezzo d'acquisto P e dal costo del viaggio kD , definito come il prodotto tra il costo unitario di trasporto k e la distanza per raggiungere il retailer D . Una volta considerate le caratteristiche di entrambe le tipologie di attori presenti nel modello, è possibile ricercare la soluzione all'equilibrio.

All'equilibrio, ogni retailer avrà un'uguale area di mercato, nello specifico pari a $2T$, all'interno della quale ogni retailer offrirà il minore prezzo totale, e definita come il punto in cui il costo complessivo offerto da un retailer eguaglia il costo complessivo offerto da un altro. L'equilibrio di lungo periodo che identifica la distanza di equilibrio D tra i negozi è

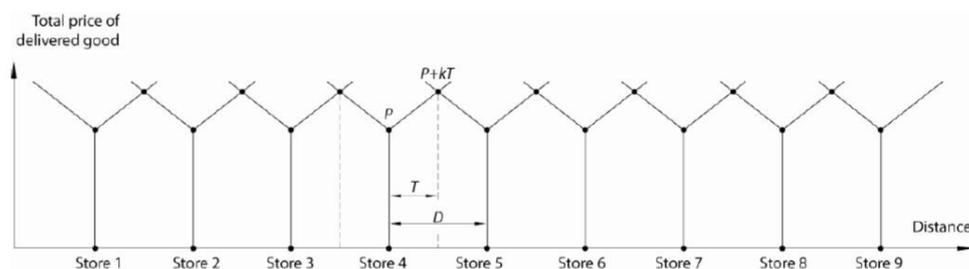


Figura 1.1: Aree di mercato di nove retailer in una città lineare

definito dalla seguente equazione.

$$D^* = \left(\frac{C}{kvF} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1.3)$$

L'equazione 1.3 suggerisce che i retailer si distribuiscano uniformemente lungo la linea, tutti alla stessa distanza D . Da essa si può affermare che se la frequenza d'acquisto tende ad aumentare, allora la distanza D tende a diminuire, determinando quindi una più alta densità delle attività retailer. Per converso, se i costi fissi aumentano, a parità di altre condizioni, la distanza tra le attività commerciali aumenta e la densità diminuisce. Infine, la densità di attività commerciali tende ad aumentare al crescere della densità dei consumatori. Ci si aspetta dunque di osservare una maggiore densità di attività commerciali che vendono beni

il cui acquisto é frequente, specialmente nelle zone in cui vi é una maggiore concentrazione abitativa, rispetto ai retailer di prodotti il cui acquisto é sporadico.

Central Place Theory

Un modello bidimensionale venne poi presentato da Christaller e Lösch [28], [29]; in questo caso, i consumatori non sono uniformemente distribuiti su una linea ma su di una superficie piana. Partendo proprio dalla prospettiva dei consumatori, si definisce uno dei due parametri del modello: il *range*, ovvero la massima distanza che un consumatore é disposto a percorrere per acquistare un bene; questo parametro è evidentemente differente a seconda della tipologia di bene acquistato e delle modalità di trasporto, nonché dalla tipologia del consumatore. Si assume, inoltre, che i consumatori scelgano di acquistare il bene nel retailer più vicino, quello per cui la distanza euclidea dal consumatore è minima. Sarebbe diverso se venissero considerate le reti di trasporto lungo cui i flussi si possono realizzare, in quanto svolgerebbero la funzione di vincolo agli spostamenti. Il secondo parametro del modello é invece la dimensione minima di domanda che garantisce al retailer la sua presenza sul mercato, chiamato *threshold*. All'equilibrio, i retailer si dispongono seguendo uno schema esagonale e le dimensioni di ogni esagono si derminano dalla combinazione di *range* e *threshold* del singolo negozio. Questo fa si, che in condizioni di totale uniformità degli attori economici e dei consumatori, lo schema esagonale sia regolare. C'è da sottolineare che questa modellistica appartiene ad una teoria ben più ampia chiamata *Central Place Theory*, che, come suggerisce il nome, ricorda la centralità delle attività economiche rispetto alla propria area di mercato.

Lo schema regolare esagonale che si realizza descrive il più vantaggioso schema di diffusione per servire una distribuzione uniforme di clienti dato un certo numero di retailer. Risulta, però, importante osservare come il piano preso in considerazione sia totalmente omogeneo e privo di peculiarità locali. Quello che è interessante comprendere é come la diffusione delle attività commerciali avviene sotto i vincoli imposti dalla rete di trasporto e condizionatamente ad una distribuzione disomogenea di consumatori.

1.2.3 Flussi disomogenei

Le assunzioni su cui si basano entrambi i modelli appena esposti possono risultare una buona approssimazione della realtà in determinati contesti, mentre meno efficace in altri.

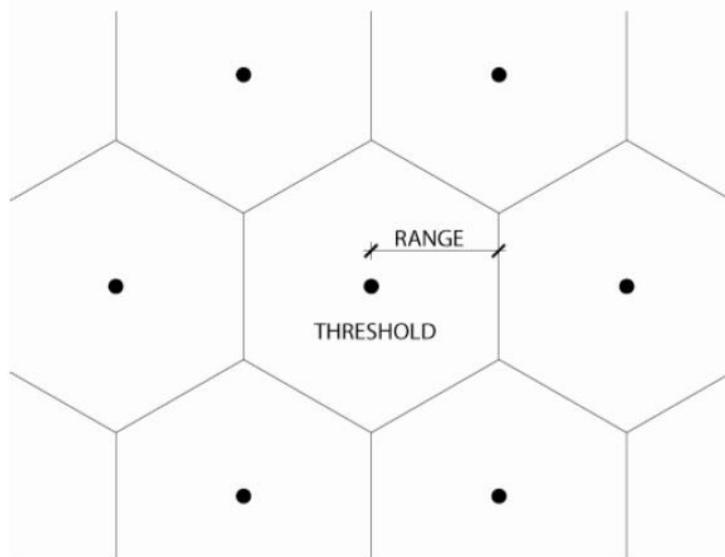


Figura 1.2: Pattern di diffusione delle attività commerciali all'equilibrio

Una distanza lineare tra due punti nello spazio, ad esempio, è tanto più una buona proxy della distanza lungo una rete stradale tanto più i due punti sono distanti; allo stesso modo, se il piano vuole essere la modellizzazione di una campagna agricola, l'omogeneità qualitativa ed economica può essere una scelta corretta. Laddove, però, lo scenario è caratterizzato da forti disomogenietà, una simile modellistica rischia di non rintracciare le vere forze che modellano il sistema.

Queste assunzioni sono chiaramente una forte semplificazione del problema e non sono in grado di rappresentare adeguatamente il contesto nel quale tradizionalmente si realizza la competizione tra retail: la città. La realtà del contesto urbano è noto che sia ben più complessa. I viaggi all'interno di una città, infatti, sono profondamente condizionati dalla viabilità interna e dalle scelte delle amministrazioni locali; ed è proprio la struttura della rete stradale a determinare uno schema disomogeneo di accessibilità, limitando le opportunità imprenditoriali in alcune zone e favorendole in altre. Allo stesso modo, la popolazione residente in una città non si distribuisce uniformemente, bensì, all'interno della città, si creano differenti zone a prevalenza residenziale o commerciale. Nel presente lavoro, si ipotizza che la configurazione geometrica dell'edificato urbano possa esercitare una qualche forma di influenza sulle scelte di localizzazione delle attività commerciali all'interno della città.

Cerchiamo, quindi, di analizzare come le variabili del modello lineare di DiPasquale e Wheaton, il più generale di quelli esposti, possano essere distorte in un contesto reale. Innanzitutto, la distribuzione dei consumatori F non può essere assunta omogenea. Consi-

derando tutti gli edifici residenziali, la densità si muove in modo sincrono rispetto all'altezza degli edifici e alla loro superficie. Dall'equazione 1.3 si osserva che la relazione tra la densità commerciale e la densità abitativa non sia lineare, bensì ciò che si nota è una relazione decrescente ed esponenzialmente smorzata tra la densità abitativa e la densità commerciale.

Questo implica che raddoppiando la densità abitativa dell'area in esame, la distanza tra retail si riduca meno della metà. Inoltre, i più elevati incrementi nella densità commerciale si osservano principalmente nella prima parte della curva. Da questi risultati ci si aspetta, dunque, che all'aumentare della densità abitativa, sotto l'ipotesi di costanza della superficie abitabile da ciascun consumatore, la densità di retail aumenti a tassi decrescenti. La differente distribuzione dei consumatori lungo all'interno della città è una variabile da tenere in considerazione, in quanto in grado di esplicitare parte del fenomeno. Oltre ad essa, però, altri interessanti considerazioni possono essere tratte se la città lineare presentata da DiPasquale e Wheaton viene alterata.

Effettuando delle elaborazioni geometriche sul processo di costruzione della città lineare è possibile osservare come, restando valido quanto detto fino ad ora, emergano nuove informazioni. Se, infatti, al posto di considerare una singola retta se ne considerano due, diversamente orientate nello spazio ma sovrapposte in maniera simmetrica l'una con l'altra, si osserva una distribuzione delle attività commerciali che sembra premiare il punto di intersezione delle due rette. Questa rappresentazione è riportata nella figura 1.3.

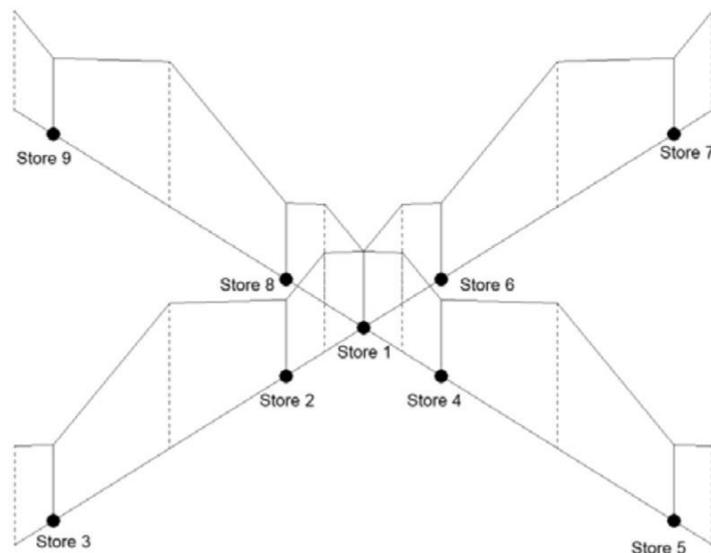


Figura 1.3: Rappresentazione di uno spazio competitivo cruciforme [6]

Per ottenere questo equilibrio, le lunghezze dei segmenti sono state mantenute costanti a quella del modello uniforme e si è assunto che i consumatori potessero muoversi esclusivamente lungo le rette che formano la croce, le quali potrebbero essere un primo tentativo di reappresentare un contesto urbano in maniera più precisa, in quanto possono essere considerate come delle vie su cui convivono edifici residenziali e attività commerciali. Ciò che si osserva all'equilibrio è che, poichè tutte le aree di mercato devono essere uguali, la densità commerciale intorno al punto di intersezione delle due rette è più elevata. Questo è dovuto al fatto che l'area centrale è in grado di assorbire i consumatori distribuiti lungo due dimensioni e non, soltanto, lungo una, come avviene per le zone più periferiche. La prima attività commerciale ad entrare sul mercato è sempre indifferente alla scelta di localizzazione, in quanto in grado di assorbire la totalità della domanda. Con il crescere della competizione, però, i retail tendono ad assumere la configurazione di equilibrio, andando progressivamente ad addensarsi in prossimità dell'intersezione.

Cercando di interpretare i risultati rimandando fedeli alle affermazioni di DiPasquale e Wheaton, se si considera la densità abitativa in un quadrato di superficie S , essa sarà certamente superiore laddove più distribuzioni uniformi lineari di consumatori si sovrappongono. Ragionando in tal modo, il punto di intersezione tra due o più rette sarà in grado di esercitare una forza gravitazionale nei confronti dei retail; questa interpretazione permette di aggiungere all'analisi un tassello fondamentale, quello dell'accessibilità.

Quanto appena esposto enfatizza l'interesse che deve essere rivolto verso la configurazione della rete di trasporti, in quanto forza in grado di aumentare o ridurre la densità commerciale che, in assenza di questa variabile, ci si aspetterebbe di osservare.

1.3 Cluster e forze esogene della competizione

Un *cluster* non è altro che un'agglomerazione di attività commerciali e può essere definito omogeneo, se esse trattano la stessa categoria merceologica, o, al contrario, eterogeneo. Le forze che determinano i differenti tassi di densità commerciali in un ambiente irregolare come quello urbano possono essere definite esogene oppure endogene. Un cluster esogeno si determina a causa di forze esterne alla competizione ed in grado di attrarre in una certa area dello spazio le attività commerciali in generale. Le agglomerazioni commerciali possono però anche realizzarsi a causa di fattori endogeni: con essi si intendono quelle forze in grado di offrire determinati vantaggi competitivi al compresenza di attività commerciali differenti. Riprendendo la definizione di Jacobs, le attività secondarie sono proprio quelle che risentono di tali forze agglomerative. Per quanto riguarda i fattori endogeni, gli studi configurazioni ripresi nella prossima sezione offriranno gli strumenti necessari al loro studio, mentre nella presente sezione si esporranno i principali fattori esogeni nella generazione di cluster commerciali che sono stati studiati in letteratura.

Per affrontare il tema, è di nuovo possibile partire dall'analisi del comportamento d'acquisto del consumatore. Ricercando un'analogia con il mondo della produzione industriale, un acquisto può essere paragonato all'esecuzione di una determinata operazione, nello specifico la soddisfazione di un bisogno. La città, sebbene sia stata in grado di espandere la varietà di beni e servizi disponibili in una particolare area dello spazio, ha intrinsecamente dato vita ad un sistema socio-economico sempre più entropico. La viabilità cittadina, con la sua caoticità, nonostante permetta a chiunque di raggiungere qualunque luogo, ne rallenta gli spostamenti, specialmente se la modalità di trasporto prevede un'interazione con i vincoli e le congestioni naturali di una rete stradale. Il tempo richiesto per raggiungere un'area la cui densità commerciale è elevata, e di conseguenza la varietà dell'offerta, può essere paragonato ad un tempo di setup. Un consumatore, dunque, potrebbe ritenere più efficiente scegliere come destinazione luoghi in cui può effettuare buona parte degli acquisti piuttosto che dedicare ogni viaggio ad un particolare acquisto [30]. È proprio sotto questo impulso che si sono sviluppati i moderni centri commerciali. Un unico viaggio, inoltre, risulta anche in un notevole risparmio nei costi di trasporto e nei costi di ricerca per effettuare comparazioni. Quanto detto, però, più che esplicitare il fenomeno agglomerativo sembra legittimarne la sua sopravvivenza; quest'attitudine assume particolare rilevanza per i beni shopping, per i quali

il consumatore desidera effettuare una comparazione prima di procedere all'acquisto, ma in realtà, un'area maggiormente trafficata garantisce vantaggi localizzativi anche ai retailer che trattano convenience goods. È possibile osservare come, nella progettazione di un centro commerciale, alcuni negozi siano pensati per svolgere la funzione di ancora mentre altri si comportino da attività secondarie, garantendosi reciproci benefici. Questo discorso relativo ai centri commerciali può tranquillamente essere esteso al contesto urbano per quei luoghi in cui si osserva una maggiore densità di attività commerciali.

Sempre in relazione al comportamento d'acquisto ma secondo una prospettiva più psicologica, la vicinanza di attività commerciali può indurre il consumatore ad effettuare acquisti non programmati. Questo fenomeno è particolarmente evidente nei casi in cui a localizzarsi vicino siano retailer che offrono prodotti complementari o convenience goods; i retailer che offrono prodotti il cui acquisto è dettato dall'impulsività del consumatore si avvantaggiano notevolmente della vicinanza con altre attività commerciali, in quanto possono condividere la visibilità. Questi fenomeni vengono tradizionalmente definite esternalità positive della domanda, in quanto generano effetti benefici sulla redditività di un business. Il rovescio della medaglia è legato alla competizione economica che si instaura. Una maggiore vicinanza delle attività commerciali crea un contesto più competitivo, in cui i margini sui prodotti sono notevolmente ridotti, salvo l'esistenza di taciti accordi tra i retailer. Un retailer senza competitor nelle vicinanze è, infatti, in grado di praticare prezzi più elevati. Questo genere di effetti vengono classificati come esternalità negative dei cluster competitivi. Sebbene queste forze tirino in due direzioni opposte, l'osservazione dell'esistenza di cluster all'interno delle città sembra, però, significare che i vantaggi nell'aumento della domanda vincano sulla reciproca cannibalizzazione dei profitti.

Una domanda sorge, dunque, all'istante: in che misura la formazione di un cluster commerciale è legata a fattori esogeni piuttosto che a fattori endogeni? In passato, la scelta di mantenere separati i campi di indagine dell'economia urbana da quelli sugli studi configurazionali della città e la mancanza di strumenti in grado di gestire enormi quantità di dati hanno reso complicato filtrare i fattori esogeni dai fattori endogeni. Per cercare di rispondere a questa domanda è necessario, quindi, dotarsi di strumenti in grado di rappresentare entrambe le prospettive.

1.4 Studi configurazionali sulla struttura urbana

La rappresentazione dello spazio urbano non può essere lasciata al caso se si intende realmente comprendere l'epifania di un fenomeno al suo interno. Per cercare di superare la conflittualità che risiede tra gli urbanisti, il cui approccio è spesso qualitativo ma estremamente rappresentativo della realtà cittadina, e gli economisti urbani, che per converso ricorrono a metodi quantitativi fortemente vincolati alle assunzioni, è necessario scegliere gli strumenti funzionali alla sovrapposizione di entrambe le discipline. Nella presente sezione si cercherà di esporre brevemente i principali *insight* che la letteratura sugli studi configurazionali del XX secolo ha prodotto, focalizzandosi su metriche quantitative per permettere una reciproca comunicazione tra i dati e, nello specifico, sulla teoria dei grafi.

1.4.1 Misure di accessibilità e teoria dei grafi

"Since value depends on economic rent, and rent on location, and location on convenience, and convenience on nearness, we may eliminate the intermediate steps and say that value depends on nearness" [31]. Seguendo questo sillogismo esposto da Hurd, è logico interessarsi al concetto di accessibilità e al ruolo che esso gioca nelle scelte di localizzazione delle attività commerciali. Come è stato osservato in precedenza, infatti, un maggiore grado di accessibilità sembra esercitare una forza attrattiva sui retailer, i quali possono godere di una maggiore visibilità e, dunque, scegliere di localizzarsi più vicino per godere di una domanda potenziale più elevata. L'accessibilità è comunemente definita come la *facilità con cui un individuo svolge un'attività, in un particolare luogo e in un particolare modo*.

In letteratura è stata realizzata una classificazione che divide gli indici di accessibilità in cinque distinte categorie [32]: indici della teoria dei grafi e di separazione spaziale, indici di opportunità cumulate, indici di gravità, indici di utilità e indici spazio-tempo. Di questi, per lo studio dell'accessibilità di cui godono le attività retail, le tre categorie centrali sembrano riscuotere maggiore successo, anche se il livello di dettaglio a cui essi operano è spesso troppo basso per poter integrare al loro interno l'effettiva geometria che caratterizza le città. La teoria dei grafi, al contrario, consente di modellare i vincoli infrastrutturali che esistono a livello urbano e sub-urbano e riesce quindi a fornire un'informazione più accurata circa l'accessibilità dei diversi oggetti che compongono la città. Questa distinzione assume un chiaro significato se si ragiona sul concetto di distanza: la teoria dei grafi è la sola, in-

fatti, a lavorare con distanze che non sono euclidee ma che rispettano i vincoli imposti dalle infrastrutture create dall'uomo. Ricorrendo, dunque, a tali strumenti, i modelli di localizzazione sono in grado di dotarsi dell'informazione circa gli impedimenti fisici che esistono tra coppie di oggetti nello spazio. In questo senso è possibile valutare la distanza geodetica tra due punti nello spazio e successivamente utilizzare tale distanza per la definizione di quegli indici che tradizionalmente si appoggiavano al concetto di distanza euclidea. I grafi diventano, quindi, un'utile strumento non solo per la modellazione di un contesto urbano, ma anche abilitante l'utilizzo di indici altrimenti privi di significato.

La teoria dei grafi si occupa di studiare i grafi, ovvero oggetti discreti che permettono di schematizzare una grande varietà di situazioni e di processi e spesso di consentirne delle analisi in termini quantitativi. Un grafo è generalmente caratterizzato da due elementi: i nodi e gli archi. I nodi rappresentano gli elementi discreti che compongono il grafo, mentre gli archi ne evidenziano le reciproche relazioni. Per modellare, ad esempio, una rete di trasporti è possibile ricorrere ad un grafo nel quale gli incroci stradali sono rappresentati dai nodi e le strade dagli archi. Allo stesso modo, se l'oggetto dell'analisi è la densità dell'edificato, è possibile rappresentare il centro di ogni edificio come un nodo mentre la relazione di prossimità tra due edifici può essere espressa dall'arco che collega i due nodi.

Nel seguito si riporta una breve trattazione sui principali indici di accessibilità prodotti in letteratura. Un'esempio può essere fatto prendendo in considerazione gli indici di opportunità cumulate oppure gli indici di gravità. La generica forma di un indice di opportunità è la seguente:

$$A_{id} = \sum_d O_d \quad (1.4)$$

Dove A_{id} rappresenta l'indice di accessibilità della località i data una certa distanza d , mentre O_d è una qualche forma di opportunità che si trova entro la distanza d dalla località i . Se si ragiona secondo distanze euclidee, la distanza non è altro che il raggio della circonferenza che si origina in i , al contrario, se sviluppa un'analisi facendo ricorso alla teoria dei grafi, d rappresenta la massima distanza che si può raggiungere muovendosi lungo il grafo partendo dalla località i . Una delle principali critiche mosse verso questo genere di indici è il fatto che ogni opportunità che si osserva entro i limiti imposti da d contribuisca allo stesso modo. Per ovviare a questo problema, è possibile ricorrere alla definizione di un indice pesato, il quale tiene conto dell'effettiva distanza a cui si osserva un'opportunità allontanandosi da i .

La forma che potrebbe assumere un tale indice é la seguente:

$$A_{id} = \sum_{j \in d} \frac{O_j}{d_{ij}} \quad (1.5)$$

In questa formulazione, l'opportunità O_j é pesata per il reciproco della distanza euclidea, o geodetica a seconda del metodo di analisi, tra la località i e la località j , garantendo quindi una migliore approssimazione dell'accessibilità della località in esame. Quello che é appena stato presentato é un indice di opportunità cumulate che risulta, però, smorzato con la distanza.

Per quanto riguarda, invece, gli indici di gravità, essi assumono che l'accessibilità di una località i é proporzionale all'attrattività di tutte le località j che si trovano in un intorno I di i e inversamente proporzionale alla distanza d_{ij} tra le località. L'indice assume la seguente forma:

$$A_i = \sum_{j \in I} \frac{W_j}{d_{ij}^\beta} \quad (1.6)$$

Dove W_j rappresenta l'attrattività della località j , β é un coefficiente che smorza esponenzialmente il contributo di j per il calcolo dell'indice di gravità di i ed n é il numero delle località che appartengono all'insieme I . Come per il caso precedente, la distanza può venire espressa sia in termini euclidei che in termini geodetici. Una proxy dell'attrattività W di un certo retail può essere la varietà dell'offerta, la quale, a sua volta, può essere approssimata con la superficie dello spazio espositivo. Gli indici di gravità rimangono la più frequente forma di misura per l'accessibilità, il cui utilizzo é particolarmente rilevante nei campi d'indagine inerenti le reti di trasporto.

Fino ad ora, però, l'analisi ha assunto un carattere statico, in quanto gli indici appena esposti sono in grado di esprimere la concentrazione di oggetti nello spazio intorno ad un particolare punto. Sebbene con l'introduzione della variante geodetica sia possibile rintracciare aspetti inerenti alla configurazione geometrica dei collegamenti tra questi oggetti, non é ancora stato presentato nessun indice in grado di modellizzare i flussi tra tali oggetti. Riprendendo, infatti, quanto detto in precedenza circa l'eterogeneità della distribuzione dei consumatori all'interno delle città e assumendo che questa popolazione sia distribuita tra le differenti località, quelle la cui densità abitativa é maggiore dovrebbero generare una portata maggiore rispetto alle località a bassa densità abitativa. Per portata si intende la capacità e la probabilità di originare dei flussi lungo la rete che collega le diverse località. Hillier e Hanson hanno applicato la teoria dei grafi alle reti stradali, fondando quella che

viene chiamata *Space Syntax methodology*. Questi studi, negli ultimi decenni hanno permesso di fare notevoli passi avanti nella decifrazione di alcuni fenomeni, come, appunto, i flussi pedonali, la geografia dei tassi di criminalità o la distribuzione stessa dei retailer [33], [34]. Sulle fondamenta tracciate da Hillier e Hanson, Porta ha prodotto uno strumento più onnicomprensivo nella decifrazione delle strutture reticolari: il *Multiple Centrality Assessment* o *MCA*. Si tratta di un metodo di analisi che vede al suo centro l'utilizzo di tre particolari indici applicabili ad un grafo: *betweenness*, *straightness* e *closeness* [17].

Betweenness

L'indice di *betweenness*, per la prima volta definito da Freeman nel 1977, permette di cogliere quante volte il nodo di una rete viene attraversato da generici flussi che si realizzano lungo il grafo. Tradizionalmente, la distanza tra due nodi di un grafo è calcolata secondo il principio dello *shortest path*, per il quale la distanza geodetica è minima. Formalmente, l'indice assume la seguente forma:

$$Betweenness_i = \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{j=1; k=1; j \neq k \neq i}^N \frac{n_{jk}(i)}{n_{jk}} \quad (1.7)$$

Dove N è il numero di nodi che compongono la rete, n_{jk} è il numero di *shortest paths* tra il nodo j e il nodo k e $n_{jk}(i)$ il numero di questi che passano attraverso il nodo i . Quando tale indice viene applicato allo studio di una rete stradale, la sua interpretazione è intuitiva: esso fornisce informazioni circa la frequenza di passaggio che si osserva su un particolare nodo della rete. Espandendo tale informazione agli archi del grafo, rappresentativi dei segmenti stradali, è possibile ricavare il traffico che si realizza su una particolare via della città.

Straightness

In letteratura si è osservato come l'efficienza nelle comunicazioni tra due nodi aumenti tanto più lo *shortest path* tra essi è uguale alla distanza euclidea [16] che li collega. Per cercare di modellizzare questo concetto è stato introdotto l'indice di centralità chiamato *straightness*, calcolato nel seguente modo:

$$Straightness_i = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1; j \neq i}^N \frac{d_{ij}^{Euclidea}}{d_{ij}} \quad (1.8)$$

Da questa formulazione è possibile osservare come la *straightness* del nodo i tenda a $\frac{1}{N-1}$ al tendere della distanza geodetica alla distanza euclidea, ovvero tanto più lo *shortest path* si sviluppa lungo un cammino rettilineo.

Closeness

La terza metrica proposta nella metodologia MCA da Porta é la *closeness*, la quale é espressa come il reciproco della distanza richiesta per raggiungere tutti gli altri della rete. Anche in questo caso, per rendere l'indice compatibile con differenti reti stradali, l'indice viene normalizzato per il numero totali di nodi presenti nel sistema:

$$Closeness_i = \frac{N - 1}{\sum_{j=1; j \neq i}^N d_{ij}} \quad (1.9)$$

dove d_{ij} rappresenta la distanza geodetica che collega i nodi i e j . Come per gli altri due indici, esso può essere limitato ad un sottoinsieme S di coppie ij in modo tale che ogni nodo j appartenga all'intorno I di i . L'indice permette di misurare la centralità di un nodo in una rete stradale e, quindi, ottenere un'informazione circa le reciproche distanze tra tutte le possibili coppie di nodi.

Per tutti e tre gli indici appena esposti, *betweenness*, *straightness* e *closeness*, è necessario iterare il calcolo per tutti i nodi della rete prima di poter ottenere una fotografia veritiera del sistema e coglierne gli aspetti configurazionali. In questo senso, infatti, le peculiari funzioni svolte da ogni singolo nodo risultano insignificanti per la comprensione della struttura della rete.

1.5 Ipotesi e risultati attesi

La letteratura scelta e sintetizzata nelle precedenti sezioni, sia quella inerente le scelte di localizzazione di diverse attività commerciali sia quella sulle principali metriche per misurare l'accessibilità, ha permesso di evidenziare le principali forze capaci di plasmare il panorama retail di una città. Risulta, comunque, evidente che le forze che sono state indicate in precedenza, e che verranno successivamente riprese per presentare le ipotesi su cui è fondato il presente lavoro, non ne rappresentano che un sottoinsieme, in quanto sarebbe pretenzioso pensare di aver colto tutti i fattori che impattano sulle scelte di localizzazione delle attività commerciali in una città. L'obiettivo del lavoro é, dunque, quello di approfondire la relazione che esiste tra i pattern di localizzazione dei retail in un contesto urbano con la configurazione stessa della città, al fine di offrire possibili *insight* sia al soggetto pubblico che a quello privato prima di effettuare scelte i cui costi affondati risultano rilevanti.

Dal punto di vista della teoria economica delle scelte di localizzazione, ciò che emerge è l'impatto dei fattori endogeni che contribuiscono alla determinazione di particolari pattern di diffusione. Le tre principali tendenze che sono state individuate per cercare di spiegare queste forze sono 1) la *Central Place Theory*, la quale descrive gli schemi di diffusione delle attività economiche all'equilibrio; 2) le esternalità di domanda e le abitudini dei consumatori, le quali permettono di offrire un'interpretazione alla formazione di cluster di retail che offrono prodotti complementari; e 3) il desiderio di comparazione del prezzo, la competizione alla Cournot e il concetto di minima differenziazione, che, al contrario, sembrano spiegare la formazione di cluster di retail che offrono beni sostituti. Quest'ultima tipologia di agglomerazione può essere spiegata descrivendo meglio i tre contributi appena citati: 1) l'incertezza e la competizione tra retail che offrono beni sostituti [35] spinge attività simili a colocalizzarsi per minimizzare il rischio di insuccesso; 2) il fatto che i consumatori desiderano confrontare i prezzi e i prodotti e dunque prediligono quelle località che permettono loro di effettuare tale confronto porta alla generazione di agglomerazioni omogenee; e 3) la competizione alla Cournot, all'aumentare del numero di imprese, porta ad una riduzione dei prezzi, il cui effetto é quello di attrarre più consumatori verso l'intero sistema cluster.

Queste osservazioni permettono dunque di strutturare un ragionamento sulle cause che portano in alcune situazioni alla formazione di cluster commerciali, mentre in altre alla reciproca repulsione tra negozi. Per converso, però, queste stesse teorie non sono in grado di

anticipare o predire le località in cui questi cluster vengono a formarsi. Ciò che è essenziale per comprendere perché queste agglomerazioni vengano a crearsi in particolari luoghi della città sono i fattori esogeni, propri del contesto urbano e per la cui formulazione in termini quantitativi è necessario ricorrere a metriche tipiche di un campo di studi differente, quello sulla configurazione geometrica dello spazio.

Cercando, quindi, di unire le osservazioni che sono maturate in entrambi i campi di indagine è possibile trarre le seguenti conclusioni. Innanzitutto, epurando dai fattori endogeni la competizione tra retail, essi tendono a localizzarsi in località che svolgono la funzione di ancora naturale, in quanto rappresenta un luogo in cui convergono molti consumatori e, di conseguenza, le attività commerciali sono in grado di trarre un vantaggio competitivo se scelgono quella meta come luogo di insediamento. In secondo luogo, come mostrato dagli studi configurazionali condotti negli ultimi decenni, l'accessibilità di un luogo, intesa come la sua prossimità a tutto ciò che lo circonda, risulta essere positivamente correlata con le scelte di localizzazione delle attività commerciali. Con "tutto ciò che lo circonda" si intende sia la densità abitativa che la presenza di ancoraggi naturali, come posti di lavoro, attività ricreative, luoghi di culto o di formazione. Una terza osservazione è connessa al ruolo svolto dai vincoli topologici imposti da una rete stradale e che possono essere rappresentati dall'indice di *straightness*. Infine, come anticipato nella prima parte di questo capitolo, le scelte di localizzazione possono essere significativamente diverse a seconda del bene venduto.

Le ipotesi su cui verte il presente lavoro sono, dunque, le seguenti: a) l'accessibilità di una località all'interno della città svolge un ruolo importante sulle scelte di localizzazione delle attività commerciali, ma con forza differente per ogni categoria merceologica; b) i consumatori sono razionali e si muovono lungo la rete stradale in modo tale da minimizzare i costi e tempi di trasporto, il che significa che si muovono lungo *shortest paths* senza essere distorti da bias cognitivi.

Il presente lavoro tenderà a focalizzarsi prevalentemente sugli effetti che la configurazione spaziale di una città può avere sulle scelte di localizzazione, piuttosto che sulle forze economiche che determinano e condizionano la competizione, nonostante queste vengano tenute in conto per l'interpretazione dei risultati. L'attenzione verterà, quindi, principalmente sulle relazioni esistenti tra gli indici di accessibilità e le osservazioni dei retailer all'interno della città. Nel seguito verranno presentate delle rivisitazioni degli indici di *betweenness*, *closeness* e *straightness* più funzionali al caso studio in esame.

I risultati che ci si aspetta di osservare sono chiaramente frutto di quanto detto in precedenza. Nello specifico, l'aspettativa è quella di cogliere come differenti categorie merceologiche traggano benefici diversi da differenti caratteristiche della forma urbana. I beni per i quali i consumatori non desiderano effettuare comparazioni di prezzo, qualità e stile, come quelli convenience, dovrebbero presentare una più alta propensione a declusterizzarsi e allo stesso tempo a localizzarsi in aree ad alta accessibilità, ad esempio lungo le maggiori direttrici casa-lavoro. Al contrario, i beni shopping, per i quali un confronto è non solo desiderato da parte dei consumatori, ma fonte di vantaggio competitivo verso le attività che invece si isolano, dovrebbero tendere a presentare un più alto tasso di concentrazione, mentre la *betweenness* potrebbe addirittura essere irrilevante. Questo fenomeno potrebbe essere spiegato dal fatto che i cluster, a livello intraurbano, svolgono la funzione di ancora e, dunque, i beni convenience potrebbero trarre giovamento non solo nel localizzarsi all'interno del cluster, ma soprattutto lungo le direttrici che collegano l'origine alla destinazione dei viaggi dei consumatori.

Capitolo 2

Dati e metodologia

Questo capitolo si focalizza sulla descrizione della progettazione della presente ricerca. In questo senso, si è cercato di creare un framework operativo che tenga conto sia della forma urbana sia delle possibili abitudini dei cittadini negli spostamenti interni. In seguito verrà poi descritta la metodologia seguita per stimare le caratteristiche che sono state ritenute esplicative del modello che è stato creato. Nella sezione 2.1, viene esposto il modello con cui si è scelto di rappresentare il contesto nel quale si materializza l'oggetto del presente studio, ovvero la città. Nella sezione 2.2, invece, viene offerta una panoramica delle fonti da cui sono stati ricavati i dati essenziali alla strutturazione del modello e della metodologia seguita per la strutturazione del database. Infine, nella sezione 2.3, viene esposto il modello econometrico utilizzato per ricercare le relazioni esistenti tra pattern di diffusione delle attività commerciali e le caratteristiche della forma urbana, con una spiegazione dettagliata di ogni indice che lo compone.

2.1 Rappresentazione del sistema

La configurazione spaziale di un ambiente urbano può essere descritta in molteplici modalità, a seconda del particolare fenomeno che si vuole osservare e a seconda della prospettiva con cui esso vuole essere analizzato. Gli elementi componenti il sistema possono, ad esempio essere rappresentati come punti dotati di coordinate nello spazio. Questa pratica, però, sebbene garantisca la possibilità di caratterizzare i singoli punti, presenta alcune lacune nell'analisi delle relazioni spaziali che intercorrono tra essi. Per questo motivo, al fine di distinguere le caratteristiche di ogni elemento caratterizzante l'ecosistema urbano, nelle sue

specificità e nelle relazioni che tra essi intercorrono, si è scelto di ricorrere alla teoria dei grafi per studiare questo soggetto.

Questo metodo permette sia di studiare le relazioni geometriche che si presentano tra gli elementi che compongono lo scenario urbano in maniera quantitativa, sia di ottenere una rappresentazione spaziale ed intuitiva del fenomeno investigato. Un importante vantaggio che viene evidenziato dalla rappresentazione mediante grafi di una città è quella di ottenere un efficientamento computazionale, che ha permesso di automatizzare una grande mole di calcoli inerenti le relazioni tra gli oggetti componenti il sistema [6]. Negli studi sulla configurazione urbana mediante l'utilizzo di dei grafi, le strade sono tipicamente considerati gli archi, mentre gli incroci stradali sono i nodi del grafo. Coloro che si occupano di questi temi, nello specifico di *Space Syntax*, hanno anche proposto la rappresentazione duale del problema, ovvero i nodi sono rappresentati dalle strade, mentre gli archi sono considerati i nodi [5]. Entrambe le convenzioni possono essere utilizzate liberamente; per lo scopo, però, del presente lavoro, si è scelto di utilizzare la prima, in quanto garantisce un'interpretazione più immediata del contesto urbano. C'è da precisare comunque che limitare la rappresentazione della città a strade ed incroci determinerebbe alcuni limiti al presente lavoro.

Per ovviare tali problemi, si è scelto di modificare la tradizionale rappresentazione della città, aggiungendo elementi utili alle finalità del presente studio. In primo luogo, gli edifici, rappresentativi della vitalità cittadina e utili nella decriptazione di quelle che possono essere le abitudini dei cittadini, sono assenti. La mancanza dell'informazione circa le tipicità delle strutture che compongono la città e la loro distribuzione lungo la rete rappresenta un evidente limite all'indagine; inoltre, anche se essa venisse svolta in due momenti separati, rappresenterebbe un'inefficienza progettuale che potrebbe comportare una maggiore possibilità di errore, enfatizzata dalla numerosità del campione.

La seconda difficoltà è legata alla lentezza con cui viene analizzato il fenomeno. In ambito di pianificazione urbana, molte decisioni vengono prese a livello di singolo edificio. Per questa ragione, svolgere un'indagine che considera tutti gli elementi che si affacciano sulla stessa strada omogeneamente, seppur con caratteristiche proprie, risulterebbe meno strumentale a possibili utilizzi futuri dei risultati.

Per questi motivi, la tradizionale rappresentazione del contesto urbano è stata modificata nel seguente modo: innanzitutto, gli edifici sono stati aggiunti alla rappresentazione, definendo quindi un sistema che si costituisce di tre elementi fondamentali: gli *archi*, lungo

cui i cittadini si muovono, i *nodi*, che rappresentano le intersezioni di due o più strade e, infine, gli *edifici*, che rappresentano le località in cui i flussi si generano e convergono. L'unità d'analisi, a questo punto, non saranno più i nodi tradizionalmente intesi, ma i singoli edifici, permettendo quindi di attribuire valori quantitativi ad ogni singolo edificio considerato. Questi elementi sono stati trasformati da poligoni in nodi della rete, mediante un'operazione di proiezione ortogonale del centroide sull'arco più vicino. In questa maniera è stato possibile rappresentare l'intera città attraverso un unico grafo, i cui singoli nodi sono arricchiti delle variabili descrittive che permettono di esplicitarne le caratteristiche e differenziare quindi gli edifici lungo molteplici dimensioni.

Oltre a questa scelta di rappresentare gli edifici come dei nodi della rete, si è scelto di georeferenziare i singoli nodi, permettendo quindi di calcolare le distanze tra essi e, dunque, dando origine ad un grafo pesato. Questo ha permesso, non solo di garantire una più semplice assimilazione di elementi aggiuntivi nel modello, ma soprattutto di valutare le relazioni spaziali tra i singoli elementi del grafo. La distanza che viene calcolata tra due nodi contigui è evidentemente una distanza euclidea, ma non risulta tale quella tra due nodi non contigui della rete, in quanto essa verrà definita sottostando ai vincoli della rete; questa pratica permette una notevole riduzione dell'approssimazione nelle misure di interazione spaziale tra oggetti georeferenziati, misure che, nella letteratura dell'economia spaziale, si declinano spesso sotto forma di distanze lineari, euclidee [8]. In aggiunta, la scelta di pesare il grafo non si limita esclusivamente agli archi. Ogni nodo, infatti, come anticipato prima e come verrà descritto più nel dettaglio in seguito, è caratterizzato da un pacchetto informativo, tra cui, ad esempio, la popolazione residente. Questa scelta progettuale ha permesso, quindi, di pesare differentemente i viaggi che si originano lungo la rete proporzionalmente al numero di cittadini residenti nel nodo origine.

Archi, nodi ed edifici, rappresentati congiuntamente in un'unica rete pesata, offrono, dunque, uno strumento potente e flessibile allo studio del contesto urbano e dei fenomeni che ivi hanno luogo, in quanto l'informazione che viene utilizzata per caratterizzare questi elementi dipende dal peculiare scopo d'indagine.

Nelle seguenti immagini viene mostrato graficamente come è stato svolto il processo e la rappresentazione che ne risulta.

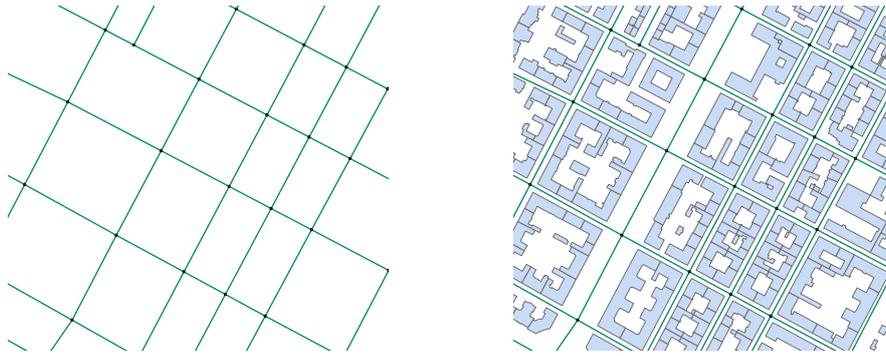


Figura 2.1: A sinistra la porzione della rete stradale, a destra l'aggiunta degli edifici che vi si affacciano.



Figura 2.2: A sinistra sono stati aggiunti i centroidi che nell'immagine a destra sono poi stati proiettati lungo la rete stradale per formare nuovi nodi nella rete complessiva.

Il risultato finale di queste operazioni è, dunque, la rete tripartita descritta precedentemente e la cui visualizzazione grafica è la seguente.

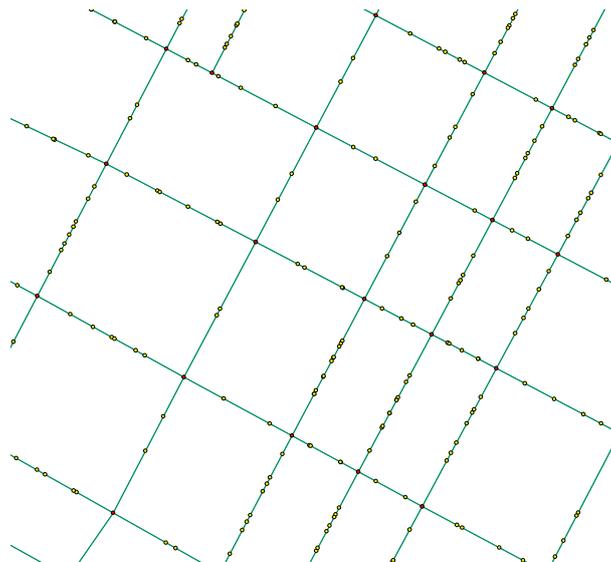


Figura 2.3: La rete composta dai tre elementi diversi.

Utilizzando questa rappresentazione tripartita della configurazione urbana, una matrice origine-destinazione (OD) può essere calcolata per descrivere le relazioni spaziali che intercorrono tra tutte le coppie possibili di nodi ed archi. Questa matrice viene tradizionalmente definita mediante una matrice di adiacenza che presenta il valore 1 se il nodo i e il nodo j sono collegati, 0 altrimenti. La matrice di adiacenza rappresenta, dunque, il nucleo del database su cui è stato costruito il modello e da sola è in grado di produrre una rappresentazione visiva dell'intera città. L'unione tra la matrice OD e il database contenente le informazioni sugli edifici che popolano la città permette di strutturare una vera e propria metodologia di indagine in grado di ottenere contemporaneamente informazioni sui flussi, i tragitti intracittadini, e gli stocks, ovvero l'attuale utilizzo del patrimonio mobiliare della città.

2.2 Caso studio, dati disponibili e costruzione del database

L'analisi è stata condotta su una porzione dell'area amministrativa del Comune di Torino; si tratta di una porzione in quanto gran parte della collina è stata rimossa dall'analisi per due motivazioni: in prima battuta, la rappresentazione della rete stradale in collina risultava molto laboriosa a causa della sua configurazione, dovuta anche alle caratteristiche morfologiche del territorio; il secondo motivo è legato all'effettiva rilevanza del fenomeno che in questo lavoro si intende analizzare nella porzione di campione rimossa: la collina presenta, infatti, una densità abitativa molto bassa, così come lo è il fenomeno retail se confrontato al resto della città.

Il campione studiato rappresenta comunque circa l'84 per cento dell'area amministrativa del Comune di Torino, corrispondente a 109,37 km quadrati e in cui risiede una popolazione di 876.518 abitanti. Nella 2.4 è rappresentata la mappa del campione analizzato, costituito da 37.394 edifici, 6.236 incroci stradali e 9.816 segmenti stradali. Questi dati sono stati recuperati in forma grezza presso il LARTU (Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali Urbane) e il Geoportale del Comune di Torino. Tutti i dati che vengono utilizzati per il presente lavoro sono open data liberamente consultabili e scaricabili on-line al seguente indirizzo www.comune.torino.it/geoportale.

Dei file provenienti dal LARTU sono stati selezionati quelli utili alla rappresentazione del sistema; poiché l'obiettivo dello studio era quello di individuare dei pattern nelle scelte di localizzazione delle attività retail in Torino, è stato prima necessario strutturare un database che permettesse anche una sua facile rappresentazione visiva. Per unire entrambe le necessità, si è fatto ricorso ad un sistema GIS (*Geographic information system*), progettato per elaborare, analizzare e gestire dati di tipo geografico. Grazie a questi strumenti è, infatti, possibile unire cartografie stradali, eseguire analisi statistiche sulla distribuzione spaziale degli elementi e gestire i dati attraverso tecnologie database. Nello specifico, per la realizzazione di questo lavoro, si è scelto di utilizzare ArcGIS, anche se altre piattaforme, anche open-source, avrebbero potuto fornire gli stessi risultati. Sebbene inizialmente l'idea fosse quella di svolgere l'intera ricerca su ArcGIS, per necessità progettuali, i calcoli degli indici che verranno presentati in seguito e che costituiranno il nucleo del modello sono stati effettuati su MATLAB tramite la realizzazione di appositi codici informatici, consultabili

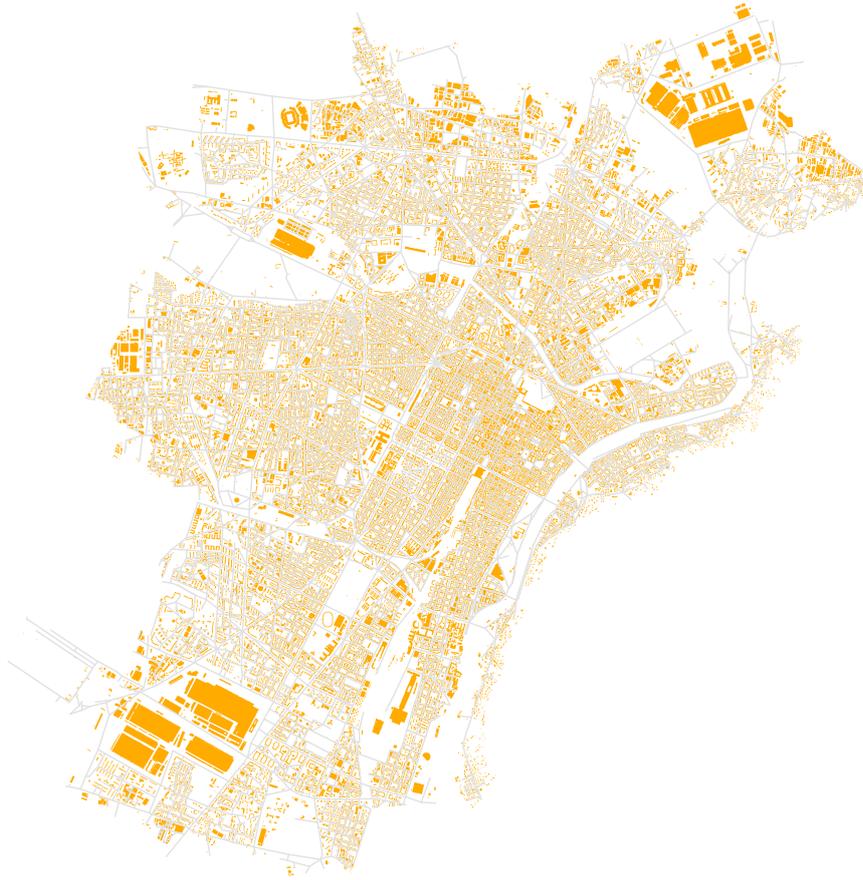


Figura 2.4: Mappa del campione studiato

nell'Appendice C. ArcGIS, dunque, è risultato strumentale alla realizzazione di un database primitivo, ottenuto mediante delle relazioni spaziali tra gli oggetti.

Inizialmente, sono stati recuperati i file descrittivi la rete stradale della città di Torino. Questi file, in formato shapefile (SHP), sono stati elaborati su ArcGIS per la creazione del cosiddetto Network Dataset (ND). Un ND è un'insieme di file, tutti in formato SHP, che comunicano tra di loro definendo nel complesso una rete stradale. Gli elementi che vengono creati nel processo di costruzione di un ND sono i nodi tradizionalmente intesi, le intersezioni delle strade, e gli archi, le strade stesse. Per procedere con l'analisi, era, dunque, necessario aggiungere al modello le informazioni circa gli edifici. Quest'ultimi, inizialmente georeferenziati e dotati della loro particolare forma, sono stati condensati in punti attraverso un particolare *tool* di ArcGIS che permette il calcolo del baricentro di ogni figura geometri-

ca. Tramite questa operazione, è stato possibile conservare tutta l'informazione associata ai singoli edifici e garantirsi l'opzione di proiettarli lungo la rete. Prima però di compiere questa operazione, è stato necessario arricchire il database delle informazioni rilevanti per il modello. Dal Geoportale di Torino sono stati scaricati i *layers* contenenti le informazioni demografiche per ognuna delle 3.838 zone di censimento: numero di residenti, numero di famiglie, numero di maschi, numero di femmine, numero di stranieri e distribuzione demografica dei residenti in tre fasce (0-14, 14-65 e over 65). Tramite un'operazione di unione tabellare basata sulla relazione spaziale degli oggetti, è stato possibile associare ogni edificio ad una zona di censimento. Poiché la determinazione dei flussi intracittadini era funzionale alla creazione del modello, era necessario individuare la popolazione residente in ogni edificio della città. Non disponendo del dato puntuale, si è scelto di ricorrere ad una proxy. Una volta, infatti, individuati solo gli edifici residenziali all'interno di ogni zona di censimento, la relativa popolazione è stata associata ad essi utilizzando la superficie come strumento di proporzionalità.

A questo punto, l'informazione mancante era inerente all'effettiva localizzazione del commercio a Torino. Dal Geoportale del Comune di Torino è stato scaricato un file contenente le coordinate e le specificità di 29.321 attività commerciali. Nello specifico, il file offre informazioni circa l'anno di apertura, la categoria merceologica e la superficie di ogni attività commerciale, oltre che, chiaramente, l'indirizzo. Utilizzando la stessa metodologia applicata precedentemente per l'allocazione della popolazione agli edifici residenziali della città, i retail sono stati aggiunti al database in corrispondenza dell'edificio in cui si trovano. Oltre a creare una colonna binaria descrittiva della presenza o meno del retail nell'*i*-esimo edificio e una colonna descrittiva la numerosità dei retail presenti nel medesimo edificio, la stessa operazione è stata ripetuta per tutte le categorie merceologiche di cui si disponevano informazioni, in modo tale da ottenere una nitida fotografia del contesto retail a Torino a livello del singolo edificio.

Complessivamente, la matrice di adiacenza ottenuta in precedenza e il database ricavato come appena esposto sono in grado di offrire un'ottima rappresentazione dell'ecosistema retail della città.

Come verrà esposto nella sezione successiva, in particolare nello spaccato sulla definizione dei flussi intracittadini, per modellizzare i flussi di consumatori lungo la rete stradale torinese e, dunque, le aree delle città maggiormente trafficate il lavoro è stato svolto in due fasi

distinte. In una prima fase, non avendo a disposizione i dati reali sui flussi intracittadini si è reso necessario ricorrere ad una proxy, ovvero una definizione dei flussi che potesse essere raggiunta attraverso l'insieme di dati a disposizione. Soltanto in un secondo momento, grazie alla collaborazione tra la società partecipata 5T e FULL, è stato possibile entrare in possesso di una matrice OD descrittiva dei reali flussi intracittadini. La descrizione di questi flussi, trattandosi di variabili indipendenti nel modello utilizzato per lo studio della città, viene presentata nel capitolo che segue.

2.3 Modello e variabili

Per indagare le relazioni spaziali esistenti tra due o più variabili descrittive il contesto urbano è necessario ragionare secondo un'ottica topologica, considerando, dunque, le caratteristiche dell'intorno di ogni nodo definito in precedenza. Per svolgere un'analisi su variabili dotate di spazialità in letteratura è stato proposto lo *spatial lag model*, che viene presentato nella sottosezione 2.3.1. Purtroppo, la conoscenza in questo particolare ramo della statistica è da poco che ha iniziato a stratificarsi, determinando che vi siano pochi esempi di applicazioni dei suddetti modelli. Nella sottosezione successiva, la 2.3.2 è, invece, presentata la famiglia di modelli che verranno utilizzati per rispondere alla domanda iniziale di questa ricerca: i modelli probit. Questi modelli sono caratterizzati dal fatto che la variabile dipendente sia binaria. Le variabili binarie che verranno utilizzate nei differenti modelli proposti sono descritte nella sottosezione 2.3.3, mentre le variabili indipendenti che descrivono l'intorno di ogni nodo saranno descritte nella sottosezione 2.3.4.

2.3.1 Spatial Lag

Gli effetti spaziali riguardano la dipendenza spaziale, o la cosiddetta *autocorrelazione spaziale*, e l'*eterogeneità spaziale*. Per quanto riguarda l'autocorrelazione spaziale, l'idea è quella di osservare come variano le variabili muovendosi all'interno di uno spazio, con l'obiettivo di ricercare le relazioni esistenti tra queste variazioni. Fondamentalmente, quindi, si tratta di studiare l'andamento delle covarianze nello spazio in cui sono collocate le osservazioni.

Questa dipendenza spaziale è la causa dell'autocorrelazione spaziale tra variabili indipendenti, violando quindi il principio di indipendenza tra le osservazioni. I modelli di regressione spaziale fanno ricorso a strumenti di compensazione per gestire la dipendenza spaziale, la quale altrimenti potrebbe produrre parametri instabili e insignificativi. Questa è però la prospettiva che mira alle reciproche posizioni degli oggetti nello spazio, non l'effettiva relazione con lo spazio. Nel caso in cui lo spazio sia totalmente omogeneo, gli effetti spaziali si debbono ricondurre esclusivamente all'autocorrelazione spaziale, ovvero agli effetti che la prossimità tra osservazioni ha sulle osservazioni stesse. Poiché una città, però, è uno spazio estremamente eterogeneo, gli effetti spaziali devono tenere conto anche dell'eterogeneità spaziale. Nel modello standard di regressione spaziale, la dipendenza spaziale può essere incorporata in due modalità differenti: o come ulteriore regressore, espresso sotto forma di

una variabile dipendente *spatially lagged*, oppure come errore. Il primo caso é quello che viene qui brevemente presentato e che prende il nome di *Spatial Lag Model*. Questo modello risulta appropriato quando l'obiettivo del lavoro é quello di riconoscere l'esistenza e la forza dell'interazione spaziale.

Formalmente, uno Spatial Lag Model é espresso nel seguente modo:

$$y = \rho W y + X \beta + \epsilon \quad (2.1)$$

dove ρ è il coefficiente spaziale autoregressivo, ϵ è il vettore degli errori, X rappresenta le variabili indipendenti, β i vettore di parametri calcolati dal modello, y è il vettore $N \times 1$ di osservazioni e W rappresenta la matrice di adiacenza delle N osservazioni. Applicando questo modello allo studio del retail a Torino, ma in più in generale le scelte di localizzazione delle attività commerciali, il parametro spaziale autoregressivo ρ misura l'autocorrelazione spaziale tra variabili dipendenti, stimando quindi se e quanto la scelta di localizzazione di un retailer sia influenzata dalle scelte di tutti gli altri attori commerciali. Il vettore di coefficienti β , invece, misura gli effetti delle forze esogene sulla scelta di localizzazione; le misure di accessibilità presentate in precedenza sono solo alcune delle possibili variabili che possono essere annoverate come forze esogene. Il modello che è stato presentato, però, implica una forma lineare, ignorando il fatto che la variabile dipendente è binaria, in quanto esprime la presenza o l'assenza di un'attività commerciale in un generico edificio della città. Questa assunzione risulta foriera di problemi in quanto il modello potrebbe produrre dei valori della variabile dipendente non appartenenti all'intervallo $[0;1]$. Per risolvere questo problema si è scelto di utilizzare un modello econometrico adatto alla trattazione di una variabile dipendente binaria, ovvero un modello probit o un modello logit. Sia il primo che il secondo utilizzano un vincolo superiore ed uno inferiore per limitare i valori che la variabile dipendente può assumere. Nello specifico, in questo studio si farà uso di un modello probit, la cui teoria verrà presentata nella prossima sottosezione.

2.3.2 Il modello probit

Le regressioni probit sono modelli di regressione non lineari specificatamente disegnati per variabili dipendenti binarie. Poiché una regressione con una variabile dipendente Y binaria modella la probabilità che $Y=1$, è ragionevole adottare una formulazione non lineare che costringa i valori predetti ad assumere un valori compresi tra zero e uno. Nella regressione

probit si utilizza la c.d.f. normale standard. Il modello probit con regressori multipli si configura nel seguente modo:

$$Pr(Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k) \quad (2.2)$$

I coefficienti β_i non sono immediatamente interpretabili. La probabilità predetta che $Y=1$, dati i valori X_i , si ottiene calcolando il valore- z , $z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$, e cercando poi il valore ottenuto nella tabella della distribuzione normale. Il coefficiente β_1 è la variazione nel valore- z che deriva da una variazione unitaria in X_1 , mantenendo costanti tutti gli altri regressori. I coefficienti nel modello probit si stimano mediante il metodo della massima verosimiglianza, capace di produrre stimatori efficienti per la regressione con variabile dipendente binaria. Tale stimatore è consistente e si distribuisce normalmente in grandi campioni, cosicché la statistica t e gli intervalli di confidenza per i coefficienti possono essere costruiti nel modo usuale.

2.3.3 Le variabili dipendenti

Come già anticipato più volte nel testo, le variabili dipendenti utilizzate sono binarie; la variabile Y_i assume infatti il valore 1 se nell'edificio *i-esimo* è presente un'attività commerciale, altrimenti assume il valore 0. Questa informazione è disponibile anche ad un livello di dettaglio più fine, in quanto essa è declinata per differenti categorie merceologiche. Nello specifico, vi sono 9.281 edifici a Torino che all'interno presentano almeno un retailer, mentre in totale il numero di retailer presi in esame sono 29.391. Per cercare di valorizzare appieno il contenuto informativo di cui si dispone lo stesso modello probit verrà riproposto più volte, considerando volta per volta due differenti aggregati di categorie merceologiche. L'idea alla base di questa scelta è quella già presentata nella sezione 1.2, nella quale veniva esposto come differenti categorie merceologiche sono diversamente condizionate dal comportamento d'acquisto dei consumatori e, per analogia, dalle possibili variabili esogene in grado di influenzarlo. I due aggregati che vengono considerati in questa trattazione fanno riferimento ai beni convenience e ai beni shopping; aggregati che, almeno in linea teorica, dovrebbero essere in grado di far emergere le principali differenze tra gli schemi di localizzazione delle attività commerciali a loro appartenenti. Per quanto riguarda l'aggregato convenience, le attività commerciali che sono state prese in considerazione sono alimentari, panetterie, tabaccherie, farmacie, macellerie e pescherie.

La rappresentazione grafica della distribuzione spaziale di queste attività commerciali all'interno del campione preso in esame è riportata nella figura seguente. Complessivamen-



Figura 2.5: Distribuzione delle attività commerciali appartenenti all'aggregato *convenience*.

te, le attività osservate in questo aggregato si raccolgono in 2.715 edifici e la distribuzione statistica della distanza tra due edifici ospitanti un negozio convenience presenta un grado di asimmetria intorno alla media pari a 3,649. La distanza media è pari a 60,027 metri e la deviazione standard risulta essere 50,064. Il coefficiente di variabilità risulta, dunque, essere prossimo a 0,834. La distribuzione spaziale delle attività commerciali di tipo convenience è un fenomeno che, sebbene sia condizionato da particolari variabili che più avanti verranno analizzate, risulta mediamente variabile; come è lecito aspettarsi dalla teoria, dunque, è possibile affermare che le attività commerciali appartenenti all'aggregato convenience si distribuiscano relativamente omogeneamente all'interno del campione. Per quanto concerne, invece, l'aggregato shopping, le attività commerciali me che sono state prese in considerazione sono i negozi di abbigliamento, di calzature e di accessori.

La rappresentazione grafica della distribuzione spaziale di queste attività commerciali

all'interno del campione studiato è riportato nella figura che segue. Complessivamente, le

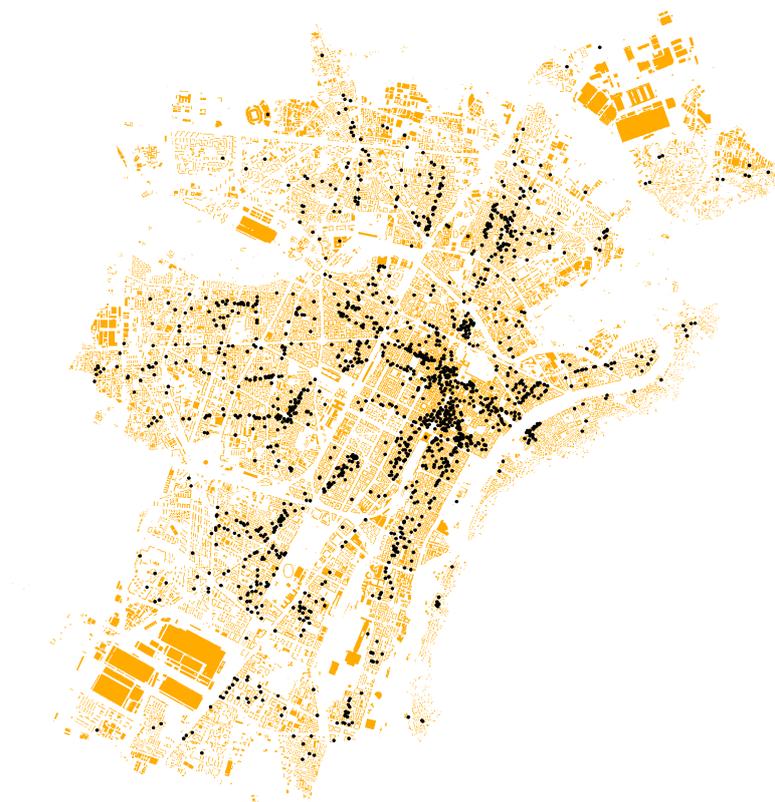


Figura 2.6: Distribuzione delle attività commerciali appartenenti all'aggregato *shopping*.

attività osservate in questo aggregato si raccolgono in 1.470 edifici e la distribuzione statistica della distanza tra due edifici ospitanti un negozio shopping presenta un grado di asimmetria intorno alla media pari a 4,142. La distanza media è pari a 73,163 metri e la deviazione standard risulta essere 74,95. Il coefficiente di variabilità risulta, dunque, essere prossimo a 1,024. Effettuando il confronto con l'indice appena calcolato per l'aggregato convenienza è interessante notare come la variabilità sembri essere maggiore per quanto riguarda l'aggregato shopping. Tale risultato analitico va però messo a sistema con la rappresentazione grafica della distribuzione spaziale: è interessante, infatti, osservare come le attività shopping tendano maggiormente a concentrarsi nel centro storico, piuttosto che localizzarsi relativamente omogeneamente come le attività convenienza. Ciò nonostante, entrambi gli aggregati commerciali presentano una distanza media notevolmente ridotta se si considera esclusivamente il centro storico; questo risultato fa dunque pensare che il valore ridotto del coefficienti di variabilità sia connesso al seguente fatto: escludendo il centro storico, i

negozi di tipo convenienza si distribuiscono omogeneamente, mentre quelli shopping tendono a creare degli aggregati commerciali. Considerando, infatti, la sola Circostrizione 1, la distanza media e la deviazione standard tra due attività convenienza sono rispettivamente pari a 48,5 metri e 29,95, mentre per le attività shopping i valori sono rispettivamente pari a 50,07 metri e 35,36. Si osserva quindi una notevole riduzione nella variabilità del fenomeno, specialmente per le attività shopping, per le quali, dunque, la distribuzione risulta essere maggiormente eterogenea. Questi risultati sembrano essere in linea con la teoria dell'economia urbana presentata in precedenza. Una volta compreso la tipologia di variabile dipendente utilizzata nel modello, si presentano ora le variabili indipendenti, facendo particolare riferimento alla metodologia con cui sono state calcolate e alle relative statistiche descrittive.

2.3.4 Le variabili indipendenti

Le variabili indipendenti che sono state definite per lo svolgimento del presente lavoro possono essere suddivise in due categorie: la prima è quella relativa alle misure di accessibilità, ovvero *betweenness*, *straightness* e *closeness*, mentre la seconda categoria si concentra sulla misurazione della densità commerciale e residenziale di un particolare intorno. Durante la prima fase dello svolgimento di questo lavoro, i flussi intracittadini necessari alla determinazione dei valori di *betweenness* sono stati ipotizzati, in quanto non era possibile appellarsi a dati reali. Soltanto in una fase successiva è stato possibile ottenere dei dati realmente rilevati per la città di Torino. Poiché i risultati ottenuti utilizzando i dati ipotizzati e quelli reali non sono molto diversi, si è scelto di riportare entrambe le modellazioni, in quanto le modalità con cui sono stati ipotizzati i flussi si sono dimostrati una buona proxy della realtà.

La definizione dei flussi

Una città è senza dubbio un sistema dinamico ad alta complessità, sia per il numero di attori che al suo interno si muovono, sia per la quantità di possibili scelte che ognuno di essi può fare. Una di queste è senza dubbio quella di scegliere cosa comprare e dove. Come abbiamo visto in precedenza, una maggiore densità di consumatori nell'intorno di un certo punto tende a rendere quel punto più desiderabile per iniziare un'attività commerciale. Sebbene questa osservazione possa essere applicata per tutte le categorie merceologiche, è evidente

che per alcuni prodotti essa sia più rilevante che per altri: la profittabilità di un tabacchino è probabile, infatti, che sia maggiormente correlata alla densità di consumatori nel suo intorno di quanto potrebbe risultarne condizionata quella di un negozio di mobili. Tale relazione tra densità di consumatori e concentrazione commerciale sembra avere un carattere puramente statico, nel senso che il consumatore è assunto essere un residente in quel preciso intorno, ma se la densità dei consumatori venisse concepita come un fenomeno dinamico e la densità residenziale assumesse il carattere di un flusso di consumatori, quali sarebbero le aree della città maggiormente trafficate? Inoltre, esistono evidenze empiriche in grado di suggerire quale sia l'effetto del traffico sulle scelte di localizzazione? Queste domande, lette secondo l'ottica degli studi sulla struttura urbana, possono essere rielaborate nel seguente modo: quali sono gli effetti della struttura geometrica della rete urbana, dati i poli di residenza e i flussi che sulla rete si realizzano, sulle scelte di localizzazione? Diventa fondamentale, dunque, definire i flussi intracittadini per rispondere a questa domanda.

Variabili indipendenti: flussi ipotizzati

A causa della carenza d'informazioni sui flussi reali si è scelto di modellarli utilizzando lo scopo del viaggio come chiave per la loro differenziazione. Gli spostamenti interni sono stati, dunque, classificati in cinque differenti categorie: *Everyday trips*, *Extra work trips*, *Roam trips*, *Shopping trips* e *Shop to shop trips*. Per ognuna di queste categorie, sono state realizzate delle matrici OD specifiche, capaci di tenere in considerazione le particolarità di ogni tipologia di flusso. I principali codici MATLAB utilizzati per il calcolo degli indici che seguiranno sono riportati in Appendice C: alcuni di essi si ripetono per differenti indici e cambia esclusivamente il dato input, per questo motivo, per evitare di appesantire troppo il documento, si è scelto di riportarne uno per ogni tipologia.

Everyday trips La prima categoria, *Everyday trips*, cerca di rappresentare quelli che sono i flussi intraurbani connessi alla vita quotidiana. Per vita quotidiana si intende la routine di un generico lavoratore, il quale parte da casa sua per recarsi al lavoro. Avendo attribuito la popolazione residente ad ogni edificio residenziale della città ed avendo, successivamente, trasformato tali edifici in nodi della rete, esclusivamente i nodi dotati di tale attributi sono stati assunti come luoghi di origine. La scelta del nodo di destinazione è stata più complicata. Tra le informazioni associate ad ogni edificio della città, vi è specificato anche se

si tratta di un edificio pubblico. Grazie a questa informazione é stato possibile selezionare tutti quei nodi in cui vi si realizza pubblico impiego (ASL, Ospedale Molinette, Poste, etc..). Oltre al concetto di "lavoratore", all'interno di questa categoria é stato aggiunto il concetto di "studente"; sebbene i nodi origine siano i medesimi, é necessario scegliere differenti nodi destinazione. Tra quelli presenti nel database sono stati selezionate tutte le scuole di diverso grado in Torino e le differenti Università. Infine, per cercare di esplicitare anche le attività ricreative che si svolgono nella vita quotidiana dei cittadini sono state aggiunte come destinazioni anche le strutture sportive, quali piscine, palestre e centri polisportivi. Complessivamente sono stati individuati 10.119 nodi d'origine, corrispondenti ad altrettanti edifici contenenti la destinazione d'uso residenziale. Per quanto riguarda, invece, i nodi destinazione, essi sono complessivamente 891.

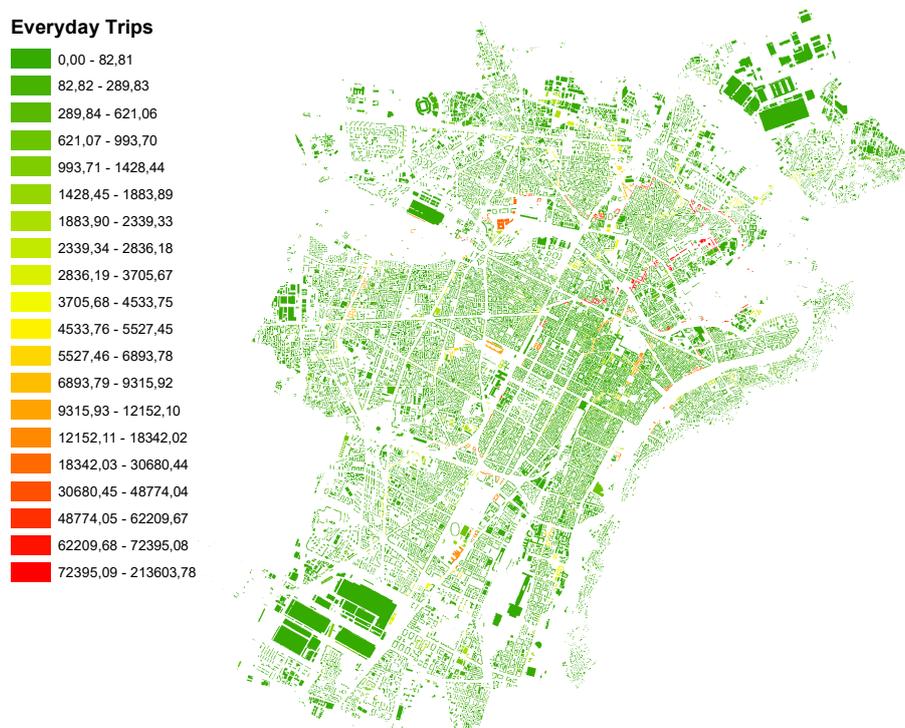


Figura 2.7: Risultato ottenuto su Matlab a livello del singolo edificio per gli *everyday trips*.

Extra work trips La seconda categoria, *Extra work trips*, invece, cerca di rappresentare quei flussi che si originano presso le residenze dei consumatori e che convergono presso luoghi d'interesse pubblico, come, ad esempio, biblioteche, teatri, musei, cinema, chiese. L'idea era quella di rappresentare i flussi che si generano in una città per raggiungere luoghi pubblici

in cui svolgere attività non connesse alla sfera lavorativa. Per questo tipo di modellazione, i nodi origine sono rimasti inalterati rispetto al caso degli *Everyday trips*, mentre i nodi destinazione complessivamente individuati sono 159.

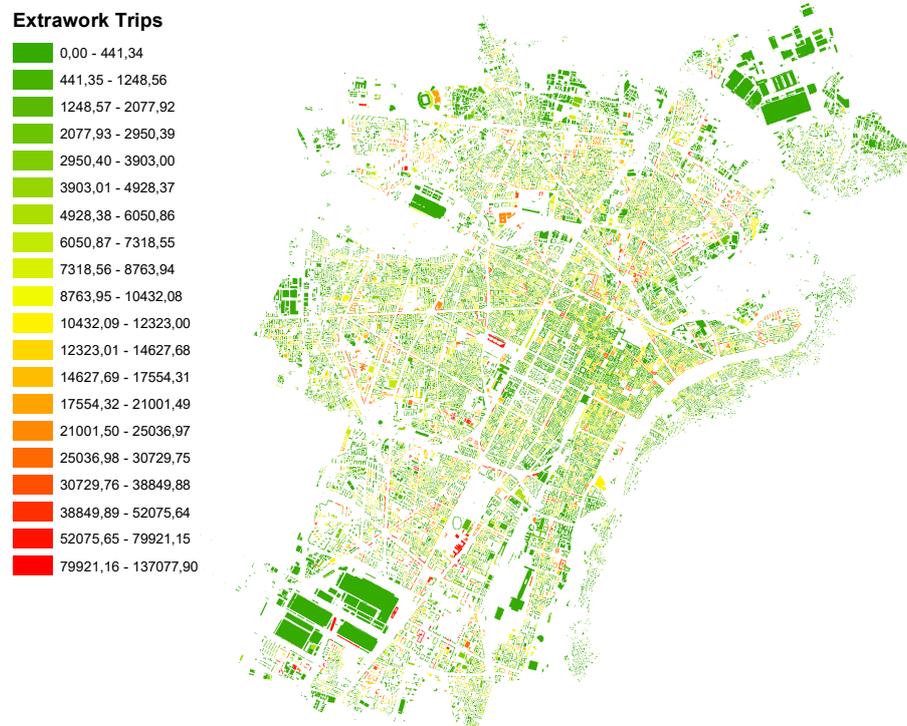


Figura 2.8: Risultato ottenuto su Matlab a livello del singolo edificio per gli *extra work trips*.

Roam trips Con la terza categoria, *Roam trips*, si è cercato di modellizzare quei flussi intracittadini che non iniziano dalla residenza, ma da altre strutture all'interno della città. Quelli che erano i nodi destinazione nella categoria precedente sono stati assunti essere sia nodi origine sia destinazione per quella attuale. In questa maniera si sono osservati i flussi che si realizzano tra coppie di strutture quali chiese, piazze, biblioteche, cinema e musei. Il termine *roam*, che in inglese significa *girovagare*, è stato scelto proprio per sottolineare la natura di questi flussi, natura che vuole essere per costruzione molto meno funzionale di quella delle precedenti due categorie. Una seconda interpretazione, ma non meno rilevante, che è stata data alla definizione dei flussi *roam* è connessa al turismo; Torino è, infatti, una delle città più visitate in Italia, con addirittura 13,6 milioni di visitatori nel 2016. I *roam trips* vogliono essere anche una fotografia dei flussi che il turismo può generare, motivo per cui le più importanti mete turistiche di Torino sono considerate sia come destinazione che

come origine in questa rappresentazione.

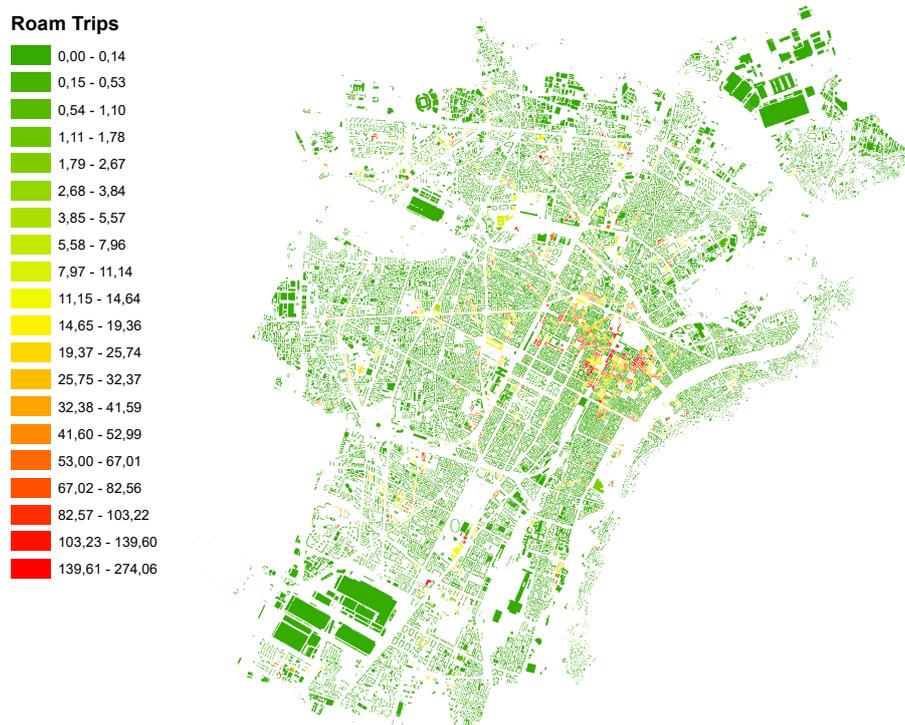


Figura 2.9: Risultato ottenuto su Matlab a livello del singolo edificio per i *roam trips*.

Shopping trips Gli *shopping trips*, al contrario, tornano a considerare le residenze come i nodi origine di tali flussi e pongono tutte le attività commerciali presenti nel database come nodi destinazione. Attraverso questa modellazione, si è cercato di valutare le principali direttrici lungo i quali i consumatori si muovono per raggiungere le attività commerciali, le quali sono eterogenamente distribuite ma si compattano in un'area notevolmente più ridotta rispetto all'intera area del campione studiato. I nodi destinazione, in questo caso, risultano essere complessivamente 9.821.

Shopping Trips

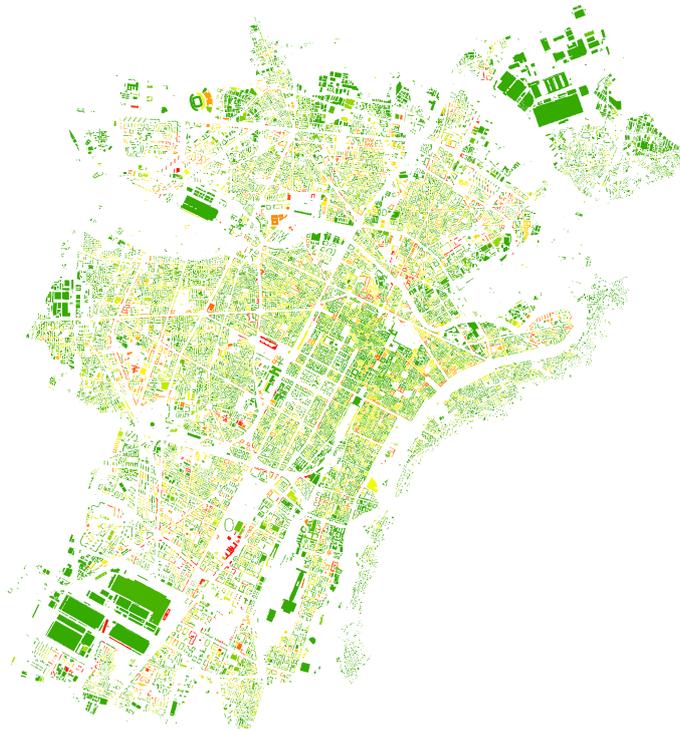


Figura 2.10: Risultato ottenuto su Matlab a livello del singolo edificio per gli *shopping trips*.

Shop to shop trips Infine, i flussi definiti con *shop to shop trips* vogliono essere una rappresentazione dei flussi che intercorrono tra le diverse attività commerciali; secondo la stessa metodologia applicata nel caso dei *roam trips* i nodi origine sono stati posti anche nodi destinazione. L'idea alla base la definizione di tali flussi è quella di cogliere le principali direttrici che collegano le diverse attività commerciali a Torino, le quali dovrebbero essere indicative di quelle che sono le principali vie dello shopping della città.

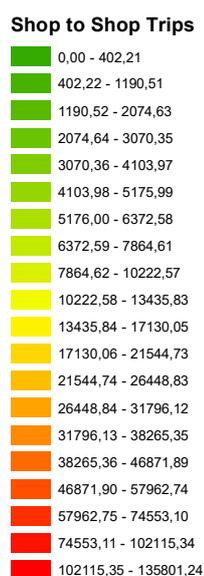


Figura 2.11: Risultato ottenuto su Matlab a livello del singolo edificio per gli *shop to shop trips*.

Definizione formale di *betweenness*

Grazie a queste assunzioni è stato possibile calcolare i diversi indici di *betweenness* per ogni nodo del sistema. Per calcolare questi indici è però stato necessario scrivere appositi codici informatici, implementati su MATLAB, in grado di lavorare in maniera massiva sul grafo a seconda dei differenti dati in input. Per quanto riguarda la formula di *betweenness* utilizzata per il calcolo si è scelto di non fare riferimento a quella proposta da Porta [16], in quanto si è voluto rappresentare il decadimento della propensione a viaggiare dei consumatori. In altre parole, per un nodo i che si trova lungo uno *shortest path* tra altri due nodi j e k , rispettivamente origine e destinazione, si vuole tenere in considerazione il fatto che i sia più vicino all'origine o alla destinazione. Questa scelta progettuale è figlia della scelta di rappresentare i flussi come pedonali: dopo 600 metri (definiti dal parametro β), infatti, il consumatore è come se si fermasse. Il risultato netto di questa operazione è aver creato un nuovo indice, nato all'intersezione dei concetti di *betweenness* e *gravity*. Formalmente, la

betweenness del nodo i è stata calcolata nel seguente modo:

$$Betweenness_i = \sum_{j \in SHP_{km}}^n \frac{1}{e^{d_{ji}\beta}} \quad (2.3)$$

dove n rappresenta il numero di nodi che compongono lo *shortest path* tra il nodo k e il nodo m , d_{ji} rappresenta la distanza geodetica, lungo lo *shortest path*, tra il nodo origine j e il nodo in esame i e β rappresenta un coefficiente di smorzamento. Tale coefficiente è assunto pari a 0,1813. Questo valore è frutto delle assunzione che è stata introdotta nel modello circa le modalità di movimento lungo la rete. Questa assunzione è la seguente: i consumatori si muovono lungo la rete a piedi, non tenendo, dunque, in considerazione vincoli quali i sensi unici o le zone a traffico limitato (ZTL). A causa di questa imposizione, è necessario modellare il comportamento dei consumatori di conseguenza. Handy e Niemeier hanno dimostrato come l'attrattività dei negozi cali esponenzialmente al crescere della distanza e, nello specifico, risulti prossima a zero per una distanza il cui tempo di percorrenza a piedi è prossimo ai dieci minuti. Il valore di β , 0,1813, è il parametro che specifica questa dinamica [36]. Il calcolo dell'indice di *betweenness modificata* per ogni singolo nodo i deve essere iterato per tutte le possibili coppie di nodi k e m per le quali esiste uno *shortest path* che passa attraverso i . Questa formula è stata ulteriormente adattata per il calcolo dei flussi *Everyday trips* e *Shopping trips*, nei quali si è voluto pesare il nodo di origine in funzione del numero di residenti che vi sono stati attribuiti. In questo caso essa assume la seguente forma:

$$Betweenness_i = \sum_{j \in SHP_{km}}^n \frac{1}{e^{d_{ji}\beta}} W_j \quad (2.4)$$

dove W_i rappresenta il numero di residenti nel nodo j .

La betweenness è stata dunque calcolata nel modo appena esposto per tutte le coppie di vettori origine-destinazione tipici di ogni differente flusso definito. Prima, però, di esporre quanto ottenuto per ognuna di queste categorie, è necessario precisare come queste elaborazioni siano biased dalla modalità con cui tali flussi sono stati definiti, oltre che dalla configurazione stessa della rete. Per quanto riguarda il primo aspetto, nella sezione successiva viene presentata l'effettiva osservazione dei flussi intracittadini ottenuta grazie alla collaborazione con la società partecipata 5T, mentre per ovviare al secondo aspetto è stata definita un'ulteriore tipologia di flusso, chiamato *configurazionale*.

Configurational flows

Il flusso configurazionale postula l'esistenza di consumatori in tutti i nodi della rete, ognuno dei quali desidera raggiungere con equiprobabilità tutti gli altri nodi. In questa maniera è stato possibile individuare quelle arterie che, per costruzione stessa della rete, risultano maggiormente frequentate. Anche per il flusso configurazionale è stata calcolata la betweenness, la quale, però, nel modello, non assume un carattere descrittivo, bensì di controllo verso tutti gli altri valori di betweenness. Una città separata nel mezzo da un fiume, ad esempio, presenterà chiaramente, per costruzione, una betweenness elevata nel tratto che collega le due sponde. L'informazione che ne risulterebbe, nel caso in cui venisse considerato uno dei flussi esposti in precedenza senza questa ulteriore specificazione, sarebbe distorta dalla configurazione della rete. C'è da precisare come questa distorsione risulti causata dalla struttura della rete, al netto dei poli di origine e destinazione caratteristici di ogni sistema urbano.

Betweenness Configurazionale

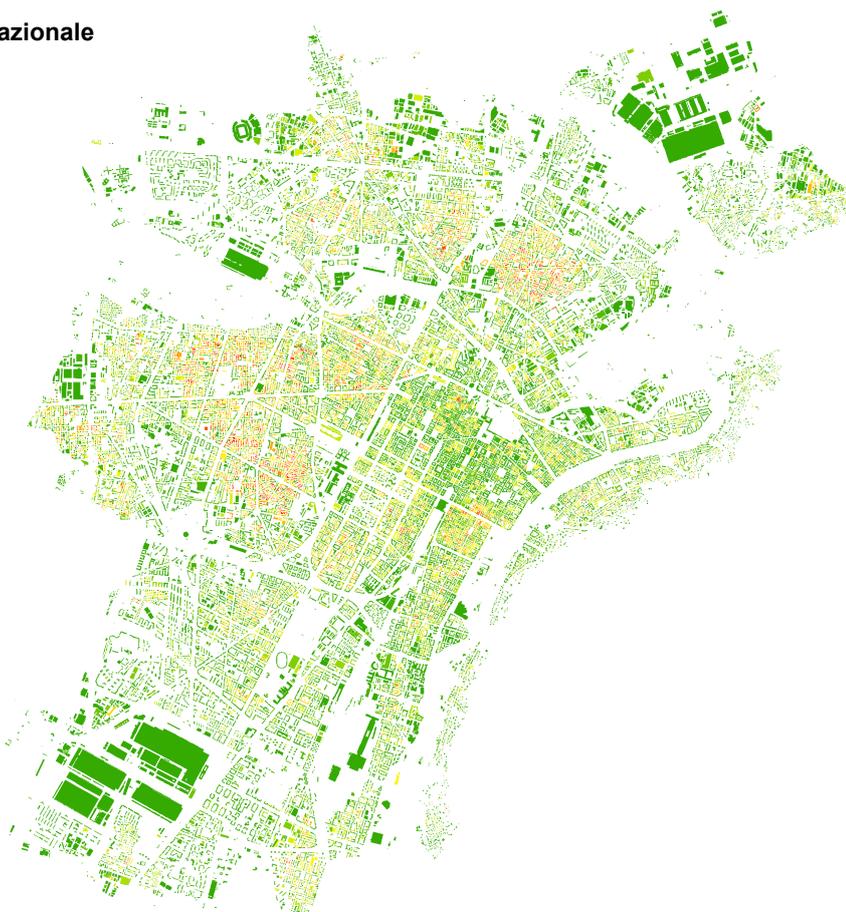


Figura 2.12: Risultato ottenuto su Matlab a livello del singolo edificio per i *configurational flows*.

Variabili indipendenti: flussi reali

Come anticipato alla fine del precedente capitolo, per la realizzazione di questo studio è stato importante entrare in possesso di una matrice OD capace di descrivere gli effettivi spostamenti veicolari all'interno del perimetro urbano di Torino. Questi flussi, caratterizzati dall'informazione circa l'origine, la destinazione e la portata, sono raccolti e definiti tramite l'aggregazione di differenti zone di censimento. In totale sono definite 174 zone di origine e destinazione e, per ogni coppia origine-destinazione, è associata l'informazione circa il flusso in un generico giorno feriale scolastico. Poiché, però, il livello di dettaglio

scelto per lo svolgimento di questo lavoro è il singolo edificio, è stato necessario trasporre tale informazione sulla scala idonea. Per fare questo, dunque, si è scelto di trasformare l'informazione nel seguente modo. Ad ogni area di origine e destinazione sono stati associati gli edifici che spazialmente si trovano all'interno di quell'area. Successivamente, per ogni coppia origine-destinazione si è calcolato il prodotto tra il numero di edifici appartenenti alla zona di origine e il numero di edifici appartenenti alla zona di destinazione. Questo valore è stato poi utilizzato per dividere il flusso relativo alla generica coppia origine-destinazione. In questa maniera ogni edificio è stato caratterizzato da un peso, rappresentativo del numero di individui che dal singolo edificio si muovono per raggiungerne un altro appartenente alla zona di destinazione. Questa operazione si è resa necessaria a causa dell'eterogeneità nel numero di edifici appartenenti a differenti zone di origine e destinazione. Se, infatti, questa procedura non fosse stata seguita, le zone di origine o destinazione più ampie, e dunque dotate di un maggior numero di edifici, avrebbero creato un bias nella generazione dei flussi, in quanto il flusso osservato tra A e B sarebbe stato amplificato dalla numerosità degli edifici presenti nelle rispettive aree. Contrariamente alla definizione di *Betweenness* fornita da Porta e a quella proposta poc'anzi, per il calcolo della *betweenness* basata sui flussi reali si è fatto ricorso ad un'ulteriore specificazione; ogni volta che un nodo veniva attraversato da uno *shortest path*, a prescindere dalla distanza dall'origine, il valore di *betweenness* di quell'indice veniva maggiorata della quantità di soggetti partiti dal nodo origine. Concettualmente, il risultato netto di questa scelta è proprio quello di misurare un indice di traffico per ogni nodo della rete. Nel modello, dunque, la *betweenness* basata su questi dati in input, sia per la modalità con cui è stato svolto il calcolo, sia per la struttura stessa dei dati in ingresso, i quali sono proprio rilevazioni del traffico, intende misurare gli effetti sulle scelte di localizzazione indotti dal traffico veicolare. L'idea alla base l'espansione del modello è che esistono almeno due differenti forme di traffico: il traffico pedonale e il traffico veicolare. Risulta logico aspettarsi che il traffico pedonale sia maggiormente correlato alle scelte di localizzazione delle attività commerciali, le quali riescono effettivamente a godere dei benefici generati dalla maggiore densità di consumatori nei paraggi. Al contrario, ci si aspetta che il traffico veicolare, sebbene sia in grado di portare grandi quantità di consumatori in determinate zone della città, non sia un driver per le scelte di localizzazione, a meno che questi flussi non sia capaci di trasformarsi anche in uno stock. Detto in altre parole, il fatto che vi sia traffico di consumatori davanti ad una particolare attività commerciale non

implica che i consumatori sostino per consumare; chiaramente, quest'ultima affermazione è valida per entrambe le tipologie di traffico, però è importante notare come la libertà di scelta per un pedone ed un guidatore siano profondamente differenti. Si suppone, dunque, che il traffico pedonale svolga un ruolo positivo sulle scelte di localizzazione, mentre vale l'opposto per il traffico veicolare.

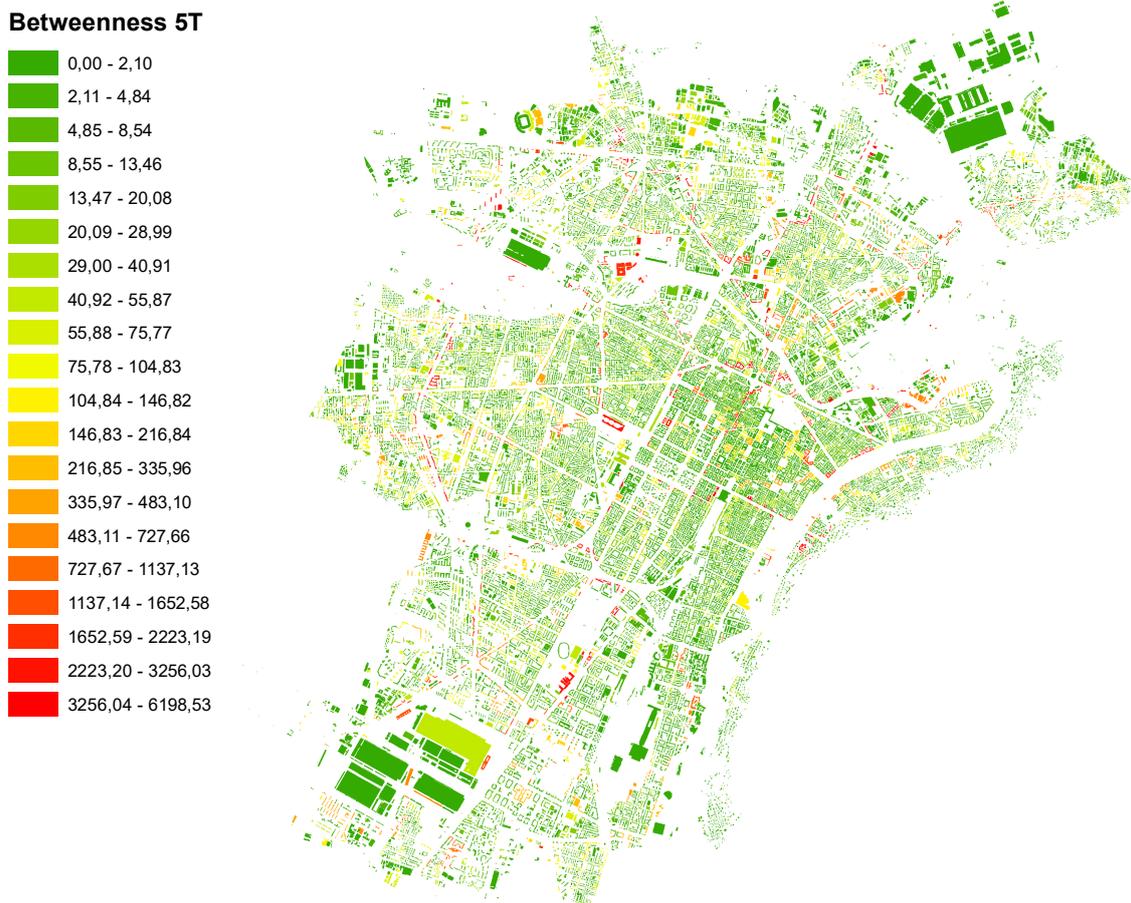


Figura 2.13: Risultato ottenuto su Matlab a livello del singolo edificio per i *flussi 5T*.

Le variabili indipendenti: straightness

Nel modello è stata inserita una seconda misura di accessibilità definita da Porta e già anticipata nella review della letteratura: la straightness. Questa misura di accessibilità è progettata per caratterizzare una coppia di vertici in un grafo. Essa è definita dal rap-

porto tra la distanza euclidea e la distanza geodetica tra due vertici e serve a descrivere l'accessibilità di un singolo vertice relativamente a tutti gli altri vertici nel grafo, o anche per riassumere il grafo nel suo complesso se ne viene considerato il suo valore medio complessivo. Per come è costruito l'indice, espresso nella formula 1.8, tanto più è elevato il suo valore, tanto più il percorso che collega due nodi non segue un percorso rettilineo. La prospettiva dalla quale si vogliono osservare le scelte di localizzazione delle attività retail, introducendo questo indice nel modello, è quella del consumatore; ipotizzando, infatti, un consumatore inconsapevole delle località in cui sono siti i negozi e che procede lungo una via della città, è logico supporre che tutto ciò che si trova lungo il suo asse di movimento goda di maggiore visibilità rispetto a un negozio che, invece, si trova nella via parallela. In questo senso, quindi, una correlazione positiva tra l'indice di straightness e le scelte di localizzazione dei retailer potrebbe essere utile per raffinare il concetto di concentrazione: un retail, infatti, potrebbe preferire localizzarsi vicino ad un altro negozio lungo una precisa dimensione spaziale, piuttosto che entro un particolare raggio.

Straightness



Figura 2.14: Rappresentazione grafica dell'indice di straightness per ogni edificio del campione

Misure di gravità

La seconda famiglia di variabili indipendenti inserite nel modello fa riferimento al concetto di densità, declinata sia dal punto di vista residenziale che dal punto di vista commerciale.

Per quanto riguarda la densità residenziale, come è già stato osservato nel modello di DiPasquale e Wheaton, essa è un driver nelle scelte di localizzazione. Inserire, dunque, l'informazione circa la densità di residenti per ogni nodo della rete è stato ritenuto necessario. Dal punto di vista progettuale, nonostante si disponesse dell'informazione puntuale circa i residenti presenti in ogni nodo della rete, si è scelto di aggregare i residenti entro un raggio di 50, 100, 200 e 300 metri. Questa scelta è legittimata dall'analisi del caso limite: ipotizzando un edificio i altamente abitato, ad esempio una palazzina con 100 famiglie, ed un edificio j , adiacente e a bassa densità residenziale, ad esempio con un'unica famiglia, ricercare la correlazione tra la presenza di un retailer in i e in j e le puntuali densità residenziali potrebbe essere fuorviante, in quanto è logico supporre che l'ipotetico retailer localizzato in j goda dell'elevata densità abitativa in i . Quest'operazione è stata svolta sia per la popolazione italiana che per la popolazione straniera; questa informazione è strumentale all'osservazione di come differenti categorie merceologiche possano godere o soffrire della presenza di una particolare tipologia di residenti. Infine, c'è da sottolineare come questa variabile sia utilizzabile grazie all'esistenza di un tessuto residenziale altamente eterogeneo all'interno della città, in quanto la mancanza di varianza nel fenomeno avrebbe reso priva di significato la suddetta variabile.

Osservando le figure A.1, A.2, A.3, A.4, A.5, A.6, A.7 e A.8 riportate nell'Appendice A, ottenute utilizzando buffer via via crescenti, si osserva come la popolazione italiana sia distribuita più omogeneamente all'interno del campione di quanto avviene per la popolazione straniera, la quale tende a concentrarsi prevalentemente nelle Circoscrizioni 6 e 8. C'è, inoltre, da osservare come la Circoscrizione 1, ovvero il centro storico della città di Torino, risulti scarsamente abitato rispetto al resto del campione. Quest'ultima osservazione è importante, in quanto il centro storico è anche la regione del campione all'interno del quale si concentra la maggior parte di attività commerciali: ricercando, quindi, un rapporto causale tra la distribuzione spaziale delle attività commerciali e la densità residenziale è evidente che questo fenomeno spinga in direzione opposta a quanto osservato in letteratura, ovvero che le attività commerciali prediligano aree ad alta densità abitativa. In questo caso, però, intervengono fattori sociali a spiegazione del fenomeno: il centro storico è, infatti, un'area

della città in cui gli affitti risultano più elevati e coloro che possono permettersi di abitare in quest'area dispongono mediamente di una superficie abitativa superiore al resto della città. La progressione grafica appena presentata evidenzia la dimensione spaziale lungo cui si sviluppa maggiormente la densità residenziale e, in entrambi i contesti, tale espansione si caratterizza verso l'esterno della città piuttosto che verso l'interno. Questo risultato sembra coerente con anticipato nella sintesi della letteratura circa l'esistenza di un gradiente di costo al metro quadro decrescente all'aumentare della distanza dal centro cittadino.

Per quanto riguarda, invece, la densità commerciale, essa è stata valutata facendo ricorso alla definizione di un buffer di 75, 150, 300 e 600 metri costruito intorno al centroide di ogni edificio. Anche in questo caso la scelta di rappresentare graficamente densità commerciali calcolate con buffer via via crescente permette, ad un occhio critico e conoscitore della città, di cogliere le direzioni lungo cui il commercio si è sviluppato. Le figure B.1, B.2, B.3, B.4, relative all'aggregato *shopping*, e le figure B.5, B.6, B.7 e B.8, relative all'aggregato *convenience*, rappresentanti la densità commerciale a Torino sono riportate nell'Appendice B. Una volta effettuata questa operazione, si è proseguito calcolando la somma di oggetti con le medesime caratteristiche all'interno dello spazio sì definito. Diversamente da quanto avveniva precedentemente per il calcolo degli indici di *betweenness*, non si è fatto ricorso al parametro di smorzamento; concretamente questo significa che per un generico negozio i per il quale si vuole calcolare l'indice di gravità commerciale, il contributo apportatogli da un negozio adiacente è identico, pari a 1, a quello apportato da un negozio che si colloca ad una distanza di 600 metri da i . Osservando la progressione grafica relativa alla densità commerciale di attività *convenience* e *shopping*, si nota come vi sia una sostanziale continuità tra le scelte di localizzazione di entrambi gli aggregati, nonostante quello *convenience* segua maggiormente la densità residenziale, specialmente quella italiana. Si osservano, infatti, tre differenti cuori commerciali oltre a quello caratteristico il centro storico, sviluppatosi proprio in prossimità delle aree a maggiore densità residenziale. Nello specifico, all'interno delle Circoscrizioni 3, 4 e 6. Per l'aggregato *shopping*, invece, lo schema di diffusione risulta più concentrato nel centro storico. Si può, dunque, supporre, almeno inizialmente, che quanto emerso in letteratura circa le scelte di localizzazione delle attività che trattano beni *convenience* e di quelle che trattano beni *shopping* sia confermato. In ogni caso, si tratta di valutazioni qualitative che successivamente verranno supportate da valutazioni quantitative derivante l'applicazione degli specifici modelli presentati all'inizio di questo capitolo.

Capitolo 3

Risultati

In quest'ultimo conclusivo capitolo vengono presentati i risultati delle analisi di regressione effettuate sul campione studiato. La sezione 3.1 è dedicata alla presentazione degli output delle analisi statistiche, con particolare riferimento alla loro significatività nella spiegazione del fenomeno. Nella sezione 3.2, invece, si cerca di fornire un'interpretazione ai risultati dei modelli probit realizzati per studiare il fenomeno localizzativo a Torino. Una volta compreso i significati dei parametri stimati con la regressione sarà poi possibile, nella sezione 3.3, invertire il modello e definire la probabilità di osservare un retailer per ciascun edificio del campione.

3.1 Modelli di regressione e stima dei parametri

I modelli probit che sono stati realizzati in questo lavoro per studiare la probabilità di osservare un retailer appartenente all'aggregato *convenience* o all'aggregato *shopping* in un dato edificio del campione sono stati composti utilizzando differenti combinazioni delle variabili indipendenti indicate nel capitolo precedente. Sebbene siano state presentate misure della densità commerciale, ad esempio, ottenute facendo ricorso a buffer di dimensione differente, alcune di queste misure sono state utilizzate esclusivamente per fornire una rappresentazione grafica del fenomeno e, dunque, non sono state inserite all'interno del modello di regressione: la densità commerciale calcolata utilizzando un buffer pari a 75 metri, infatti, è in grado di evidenziare alcuni evidenti cluster commerciali all'interno del campione ma è fortemente biased dalla dimensione degli edifici, mentre adottando un buffer significativamente maggiore, come ad esempio quello pari a 600 metri utilizzato nei modelli di regressione, si è in

grado di mettere alla luce eventuali cluster commerciali superando il vincolo imposto dalla superficie dell'edificato urbano. Prima di passare alla presentazione dei modelli probit e delle relative stime dei parametri delle regressioni, nella tabella 3.1 vengono riportate le statistiche descrittive delle principali variabili indipendenti calcolate per lo svolgimento del presente lavoro.

Tabella 3.1: Variabili indipendenti - Statistiche descrittive

| Nome Variabile | N | Media | St. Dev. | p5 | p95 |
|---|--------|--------|----------|-------|--------|
| Straightness (STR) | 37.394 | 249,85 | 143,7 | 40,34 | 508,52 |
| Ln Gravity Pop ITA 100 metri (lnGPI100) | 37.394 | 5,92 | 1,44 | 3,29 | 7 |
| Ln Gravity Pop STR 100 metri (lnGPS100) | 37.394 | 3,99 | 1,28 | 1,22 | 5,62 |
| Ln Betweenness 5T (lnB5T) | 37.394 | 2 | 1,67 | 0,06 | 5,44 |
| Ln Betweenness Shop to Shop (lnBSS) | 37.394 | 6 | 4,08 | 0 | 10,43 |
| Ln Betweenness Turismo Esterno (lnBTE) | 37.394 | 0.2 | 0.75 | 0 | 1,65 |
| Ln Betweenness Configurazionale (lnBC) | 37.394 | 3,24 | 1,96 | 0 | 5,86 |
| Gravity Convenience 600 metri (GSC600) | 37.394 | 48,71 | 33,32 | 5 | 111 |
| Gravity Shopping 600 metri (GSS600) | 37.394 | 27,2 | 28,34 | 1 | 77 |
| Gravity Totale 600 metri (GST600) | 37.394 | 512,38 | 381,78 | 64 | 1174 |

Sono stati realizzati due differenti modelli probit, entrambi riassunti nella tabella 3.3. I risultati riportati fanno riferimento esclusivamente all'ultima regressione effettuata, ovvero quella che considera soltanto le variabili indipendenti che hanno significatività. Il primo modello utilizza come variabile dipendente l'informazione circa la presenza o meno di un negozio appartenente all'aggregato *shopping* all'interno dell'edificio *i*-esimo, mentre il secondo si comporta specularmente considerando, però, l'aggregato *convenience*. In entrambi i casi la variabile dipendente (v.d) ha carattere binario, in quanto:

$$v.d. = \begin{cases} 1 & \text{presente} \\ 0 & \text{assente} \end{cases}$$

I parametri stimati e riportati nella tabella 3.3 devono essere interpretati e letti in maniera differente rispetto ad una regressione lineare, proprio perchè ottenuti attraverso un

modello probit. L'output del modello rappresenta, infatti, la probabilità che si osservi un retailer appartenente all'aggregato scelto condizionatamente ai valori assunti dalle variabili indipendenti. L'effetto marginale deve dunque essere interpretato in maniera differente:

$$\frac{\partial \mathbb{E}[Y_i | X_{1i}, \dots, X_{Ki}; \beta_0, \dots, \beta_K]}{\partial X_{ki}} = \beta_k \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial \mathbb{P}[Y_i = 1 | X_{1i}, \dots, X_{Ki}; \beta_0, \dots, \beta_K]}{\partial X_{ki}} = \beta_k \Phi(\beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_k X_{ki}) \quad (3.2)$$

Dall'equazione 3.1 si osserva come, per la regressione lineare, sia sufficiente interrogare il valore del generico parametro β_k per cogliere l'effetto marginale che una variazione unitaria della generica variabile indipendente k provoca sulla variabile dipendente. Non è così, invece, per quanto riguarda i modelli probit. Nell'equazione 3.2 si osserva come l'effetto marginale non dipenda esclusivamente dal parametro stimato per il generico regressore, ma da tutti i coefficienti della regressione. L'effetto marginale in un modello probit, infatti, non è costante, ma esso varia contestualmente alla variazione delle condizioni al contorno, ovvero dei valori delle variabili indipendenti per le quali non si intende valutare l'effetto marginale. Risulta necessario, quindi, scegliere una realizzazione comune a tutte le variabili indipendenti al fine di facilitare il processo interpretativo: per l'analisi e l'interpretazione degli output ottenuti si farà riferimento al valor medio di ciascuna variabile indipendente. In questa maniera, se si intende valutare l'effetto che il passaggio della variabile j dal quinto al novantacinquesimo percentile sarà necessario dapprima calcolare il valore che assume la variabile dipendente considerando il valore medio di $N-1$ variabili indipendenti e il valore del quinto percentile della variabile j , successivamente ripetere il calcolo sostituendo il valore del novantacinquesimo percentile della variabile j ed, infine, effettuarne la differenza. Il risultato sarà rappresentativo della variazione nella probabilità di osservare un retailer (shopping o convenienze a seconda del modello utilizzato) all'interno di un edificio medio passando da un valore a bassa probabilità ad uno ad alta probabilità per la variabile j . Effettuata questa doverosa premessa, si passa ora all'analisi e l'interpretazione dei risultati.

Tabella 3.2: Variabile dipendente: presenza di un negozio di tipo *shopping* o *convenience*

| Variabile | Probit shopping | Probit convenience |
|--------------------------|-----------------|--------------------|
| lnGPI100 | 0,236745*** | 0,168116*** |
| lnGPS100 | -0,07672*** | -0,01298*** |
| lnB5T | -0,0374929*** | -0,0243678*** |
| lnBSS | 0,0728613*** | 0,0716698*** |
| lnBC | -0,0860151*** | -0,0956373*** |
| GSS600 | 0,0085942*** | - |
| GST600 | 0,0001468*** | 0,0005011*** |
| cons | -3,490656*** | -2,875753*** |
| Effetti fissi della rete | YES | YES |
| N | 37.394 | 37.394 |
| R-adj | 0.1470 | 0.0906 |

3.2 Analisi dei risultati

Considerando un edificio medio, identificato dunque dal valore medio di ogni variabile indipendente significativa nel modello, si realizza che la probabilità di osservarvi all'interno un retailer di tipo shopping è pari al 2,26%, mentre la probabilità di trovarci un retailer di tipo convenience è pari al 5,43%. La probabilità di osservare un retailer convenience, scegliendo un edificio casualmente all'interno del campione, è intrinsecamente più elevata a causa della numerosità delle osservazioni: i negozi convenience sono, infatti, quasi il doppio di quelli appartenenti all'aggregato shopping. Affinchè i due valori di probabilità sia uguali, il discostamento dai valori medi assunti dalle variabili indipendenti è maggiore per il caso dei beni convenience; per questo motivo, si potrebbe supporre che un retailer di tipo convenience sia relativamente meno rigido e condizionato dalle condizioni al contorno nel momento della scelta di localizzazione.

La prima variabile indipendente che si osserva nella tabella rappresenta la densità residenziale di origine italiana in un generico quartiere di raggio pari a 100 metri. Si osserva come tale variabile risulti significativa e positiva per entrambi i modelli specificati. Considerando un incremento del 10% della popolazione residenziale italiana rispetto al valor medio, e a parità di tutte le altre variabili indipendenti, la probabilità di osservare un retailer di

tipo shopping aumenta dell'0,75%, mentre per un retailer di tipo convenience l'incremento è pari a 1,04%. Si potrebbe, dunque affermare che un'incremento nella popolazione residente italiana risulti maggiormente attraente per attività commerciali che gestiscono beni convenience; questo risultato sembrerebbe confermare il fatto che questo genere di prodotti siano beni di prossimità, per i quali i consumatori danno maggior valore alla vicinanza a causa dello scarso grado di differenziazione. La densità residenziale italiana sembra, dunque, essere un driver positivo nelle scelte di localizzazione, come anticipato già dai modelli visti nel capitolo 1.

È interessante osservare come la relazione tra la densità residenziale e la probabilità di osservare un retailer in un edificio sia invertita se si considera la popolazione straniera. Assistendo, infatti, al medesimo incremento del 10% nella popolazione residente straniera rispetto al valor medio, la probabilità di osservare un retailer di tipo shopping diminuisce dell'0,25%, mentre diminuisce dell'0,09% nel caso di un retailer di tipo convenience. Si osserva, dunque, un comportamento opposto rispetto al caso precedente: l'aumento della densità residenziale fa diminuire la probabilità di osservare un retailer e questa diminuzione risulta tanto più marcata quanto più il retailer sia di tipo shopping. Considerando il casi in cui la densità residenziale italiana passa dal suo valor medio al valore assunto in prossimità del novantacinquesimo percentile, la probabilità di osservare un retailer di tipo shopping aumenta dell'1,78%, mentre l'incremento per attività che trattano beni convenience è prossimo al 2,33%. Contrariamente, un passaggio al novantacinquesimo percentile della densità residenziale straniera fa diminuire la probabilità di osservare un retailer di tipo shopping dell'0,6%, mentre riduce quella di un negozio convenience solo dell'0,23%. Considerando sempre la densità residenziale, passando da un quartiere a bassa ad alta densità di residenti italiani (dal quinto al novantacinquesimo percentile), e tenendo costanti le altre variabili indipendenti, la probabilità di osservare un retailer di tipo shopping aumenta del 3,6%, mentre per l'attività commerciale che gestisce beni convenience questo valore aumenta del 5,7%. Al contrario, se lo stesso ragionamento lo si applica alla densità residenziale di stranieri, il passaggio da una zona a bassa densità ad una ad elevata determina una riduzione di due punti percentuali nella probabilità di osservare un retailer di tipo shopping e solo dello 0,6% per un negozio convenience. L'effetto, dunque, generato dalla densità residenziale sulle scelte di localizzazione delle attività commerciali è differente sia a seconda dell'attività commerciale considerata, sia a seconda della tipologia di residenti considerati. È evidente,

dunque, che la creazione di poli residenziali ad alta densità di stranieri siano relativamente nocivi allo sviluppo locale di un commercio improntato sui beni shopping, mentre l'effetto risulta più che dimezzato per attività commerciali che gestiscono beni poco differenziati, come, ad esempio, tabaccherie, farmacie e alimentari.

Per quanto riguarda, invece, le misure di densità commerciale la situazione è la seguente. La nascita di un nuovo negozio di tipo shopping all'interno di un circonferenza di raggio pari a 600 metri costruito intorno ad un edificio aumenta la probabilità di osservare un retailer di tipo shopping all'interno del medesimo edificio dell'0,05%, mentre la nascita di un generico retailer, non appartenente dunque all'aggregato shopping, aumenta tale probabilità solamente dell'0,001%: l'effetto nel secondo caso è cinquanta volte più debole che nel primo, a testimonianza del fatto che esistono delle sinergie tra attività commerciali che vendono prodotti simili ma caratterizzati dalle preferenze del consumatore di effettuare comparazioni, cosa che evidentemente non succede per beni di tipo convenience. Infatti, ripetendo il precedente scenario, ovvero la nascita di un nuovo generico negozio in un raggio di 600 metri, l'incremento nella probabilità di osservare un retailer di tipo convenience nell'edificio posto al centro della circonferenza è pari all'0,006%, un valore sei volte maggiore rispetto al caso poc'anzi illustrato. Questa differenza è evidentemente connessa alla tipologia di prodotto venduto: in entrambi i casi l'effetto è positivo in quanto è possibile supporre un incremento di traffico commerciale connesso alla nascita di un nuovo retailer, ma, se per il negozio di tipo convenience la tipologia di retailer sembra essere irrilevante, per il negozio shopping non lo è, in quanto è proprio un nuovo shopping retailer ad essere preferito. Questo fenomeno sembrerebbe anche gettare luce su quanto anticipato in precedenza in merito alla nascita di cluster commerciali a causa dei comportamenti d'acquisto dei consumatori: la parola chiave in questo caso è comparabilità. Questo risultato, ovvero che la densità commerciale non possa essere trattata omogeneamente, emerge ancora di più se si considera il caso della densità commerciale complessiva per i due differenti tipi di retailer. C'è innanzitutto da osservare come nel modello shopping esistano due variabili descrittive la densità commerciale, GSS600 e GST600, mentre nel modello convenience questa dinamica sia catturata esclusivamente da GST600, in quanto le altre variabili prese precedentemente in considerazione nel modello non si sono dimostrate significative.

Considerando il passaggio dal valore medio al valore massimo di densità commerciale complessiva (GST600), la probabilità di osservare un retailer di tipo shopping aumenta

dell'1,9%, mentre tale incremento risulta essere pari al 19,36% nel caso dei beni convenience. Poiché considerando il passaggio dal valore medio al valore massimo di densità commerciale di tipo shopping (GSS600) l'incremento in probabilità sarebbe pari al 25,32%, allora le attività commerciali di tipo shopping hanno chiaro in mente cosa vorrebbero avere accanto, a differenza delle attività convenience per le quali sembra prevalere la densità commerciale *tout-court*.

L'ultimo blocco di variabili indipendenti da analizzare è quello che fa riferimento alla misurazione dei flussi intracittadini attraverso gli indici di betweenness. Fondamentalmente, l'indice $\ln B5T$ è stato definito per valutare l'impatto che i flussi veicolari possono avere sulle scelte di localizzazione, mentre l'indice di $\ln BSS$ ha valutato gli effetti che il traffico pedonale, definito come gli spostamenti tra i negozi appartenenti al campione, ha sulle decisioni localizzative. Si osserva, innanzitutto, come i parametri che descrivono i flussi veicolari siano negativi, andando, dunque, ad indicare una certa repulsione verso le attività commerciali da parte di quegli edifici che si trovano lungo le più trafficate arterie stradali. Sebbene entrambi negativi e significativi, passare da un edificio mediamente trafficato ad uno altamente trafficato, *ceteris paribus*, risulta essere maggiormente pregiudicante per un negozio di tipo convenience che per un negozio di tipo shopping: le probabilità di osservare un retailer diminuiscono rispettivamente dell'0,86% e dell'0,6%. L'interpretazione che può essere fatta, a valle dell'osservazione di questi risultati è la seguente: poiché i retailer di tipo convenience non fanno leva sulla differenziazione dei propri prodotti quanto piuttosto sulla facilità con cui possono essere raggiunti, la vicinanza ai flussi veicolari da un lato espone l'edificio ad una maggiore visibilità, ma dall'altro rende complesso il fatto di accedervi, in quanto si suppone che il consumatore sia automunito. Per questo motivo, sarebbe più logico supporre che soltanto dopo aver parcheggiato il veicolo il consumatore ricerchi attivamente un negozio di tipo convenience e non lungo il tragitto. Al contrario, grazie all'elevato grado di differenziazione, i retailer di tipo shopping possono svolgere una funzione attrattiva sui consumatori e, dunque, fargli vincere la resistenza creata dalla mancata possibilità di parcheggiare il veicolo. Riassumendo, dunque, i retailer di tipo shopping sembrerebbero meno negativamente condizionati dai flussi veicolari in quanto mete, destinazioni, mentre i negozi di beni convenience, a causa della loro bassa differenziazione, possono essere sostituiti con altri lungo il medesimo tragitto, ma che godono di un fattore di accessibilità migliore. Per quanto riguarda, invece, i flussi pedonali l'effetto è opposto. Si osserva, infatti, come i para-

metri del regressore $\ln BSS$ siano positivi e significativi. Passare da un edificio mediamente trafficato da padoni ad uno altamente trafficato determina un incremento nella probabilità di osservare un retailer di tipo shopping pari al 2,38%, mentre un incremento pari a 4,47% per quanto riguarda un negozio di tipo convenience. Questa differenza sembrerebbe essere legittimata dal fatto che i beni convenience siano prodotti il cui acquisto è istintivo e non richiede comparazione, contrariamente a quanto succede per i beni shopping. Il flusso inteso come presenza di consumatori, dunque, è benefico ad entrambi gli aggregati, ma, a causa della natura del prodotto, ancora una volta sembra premiare maggiormente i negozi di tipo convenience rispetto ai negozi di tipo shopping.

Nella tabella seguente si presentano i valori degli effetti marginali calcolati in prossimità del valore medio di ciascuna variabile:

Tabella 3.3: Variabile dipendente: presenza di un negozio di tipo *shopping* o *convenience*

| Variabile | Effetto marginale shopping | Effetto marginale convenience |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| $\ln GPI100$ | 0,005341 | 0,009134 |
| $\ln GPS100$ | -0,001731 | -0,000705 |
| $\ln B5T$ | -0,000846 | -0,001324 |
| $\ln BSS$ | 0,001644 | 0,003894 |
| GSS600 | 0,000194 | - |
| GST600 | 0,000003 | 0,000027 |

Dalla tabella si osserva come sia per il retailer di tipo shopping che per quello di tipo convenience, in prossimità dei valori medi, la variabile indipendente a maggiore incidenza positiva sulla variabile dipendente sia la densità residenziale italiana, mentre quella a maggiore incidenza negativa risulti essere la densità residenziale straniera.

3.3 Conclusioni

Una volta analizzato ed interpretato i significati dei differenti parametri dei regressori utilizzati nel modello anticipato nella sezione precedente, è possibile rappresentare graficamente quello che è l'output complessivo del modello, sia per i retailer di tipo convenience che per quelli di tipo shopping. Per effettuare questa operazione è stato calcolato il valore della variabile dipendente per ognuna delle 27.394 osservazioni del campione, definendo quindi un valore compreso tra 0 e 1. Per quanto riguarda la probabilità di osservare un retailer di tipo shopping, la rappresentazione grafica è riportata in figura 3.1. È evidente che gli edifici in cui è più probabile osservare un retailer di tipo shopping si trovino principalmente nel centro storico, in quanto si osserva già una forte densità commerciale. Risulta, però, interessante individuare quegli edifici la cui probabilità di osservare il fenomeno è elevata ma che attualmente non ospitano un'attività commerciale di questo tipo, in quanto potrebbero essere delle destinazioni molto interessanti per un attore economico interessato ad aprire un'attività commerciale di tipo shopping. Oltre al centro storico, comunque, è interessante osservare come almeno altri tre cluster di edifici sembrano essere attrattivi, sebbene non come il centro, per i retailer di tipo shopping. Confrontando, infatti, la figura 3.1 con la figura A.4, si osserva come siano proprio i poli residenziali di Santa Rita, San Paolo, Cit Torino e Barriera di Milano a risultare maggiormente attrattivi. Tra essi, Cit Torino sembra prevalere, mentre la densità residenziale di stranieri in Barriera di Milano scoraggiare la diffusione di attività commerciali di tipo shopping.

Stesso discorso, dal punto di vista applicativo del modello realizzato in questo studio, può essere fatto per i retailer di tipo convenience, la cui rappresentazione grafica è riportata nella figura 3.2. In questo caso si osserva come la distribuzione degli edifici a maggiore probabilità sia più omogenea rispetto al caso dei retailer di tipo shopping, ovvero vi sono degli edifici anche molto lontani dal centro storico la cui probabilità di osservare un retailer è elevata. Risulta, infatti, più difficile individuare dei cluster di edifici come, invece, avveniva per l'output del modello nel caso dei retailer di tipo shopping. Questo fenomeno, al di fuori del centro storico, sembrerebbe casuale, ma non è così: osservando, infatti, lo schema di diffusione della probabilità, essa sembra assumere un valore più elevato per quegli edifici che si trovano in corrispondenza di poli ad alta densità residenziale, anche se meno marcatamente che nel caso precedente, e contestualmente, sulle principali arterie della città. Esempi di

questo tipo sono Corso Orbassano e Corso Peschiera, entrambi direttrici importanti per i flussi veicolari tra il centro storico e tre importanti poli residenziali, quello di Santa Rita, quello compreso tra San Paolo e Cit Torino e, infine, quello di Barriera di Milano. Interessante osservare come, a differenza del caso precedente, la zona di Barriera di Milano, la cui densità residenziale di stranieri è la più elevata della città, non sembri riflettersi in una particolare flessione nella probabilità di osservare un retailer di tipo convenience.

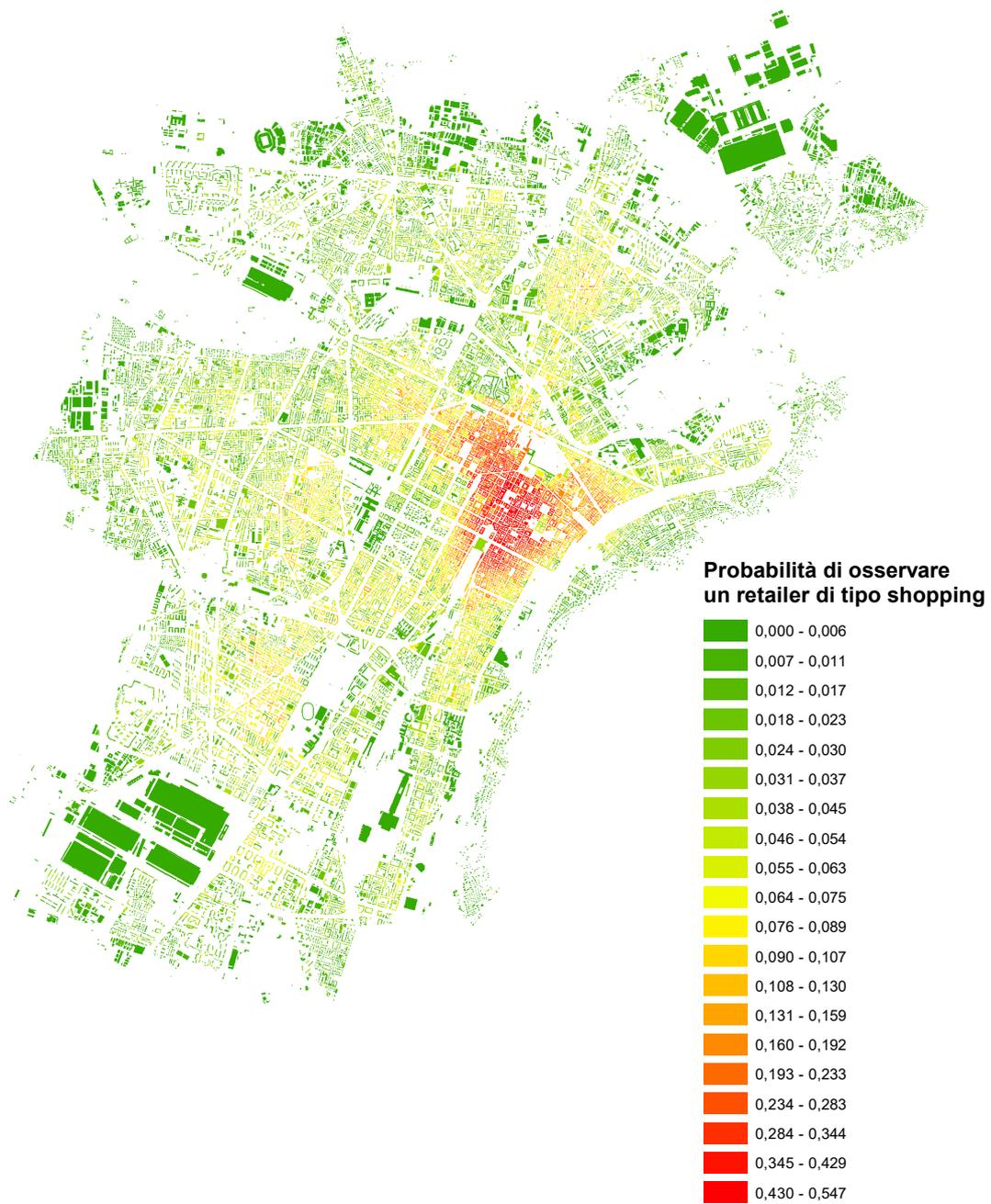


Figura 3.1: Rappresentazione grafica della probabilità di osservare un retailer di tipo shopping.

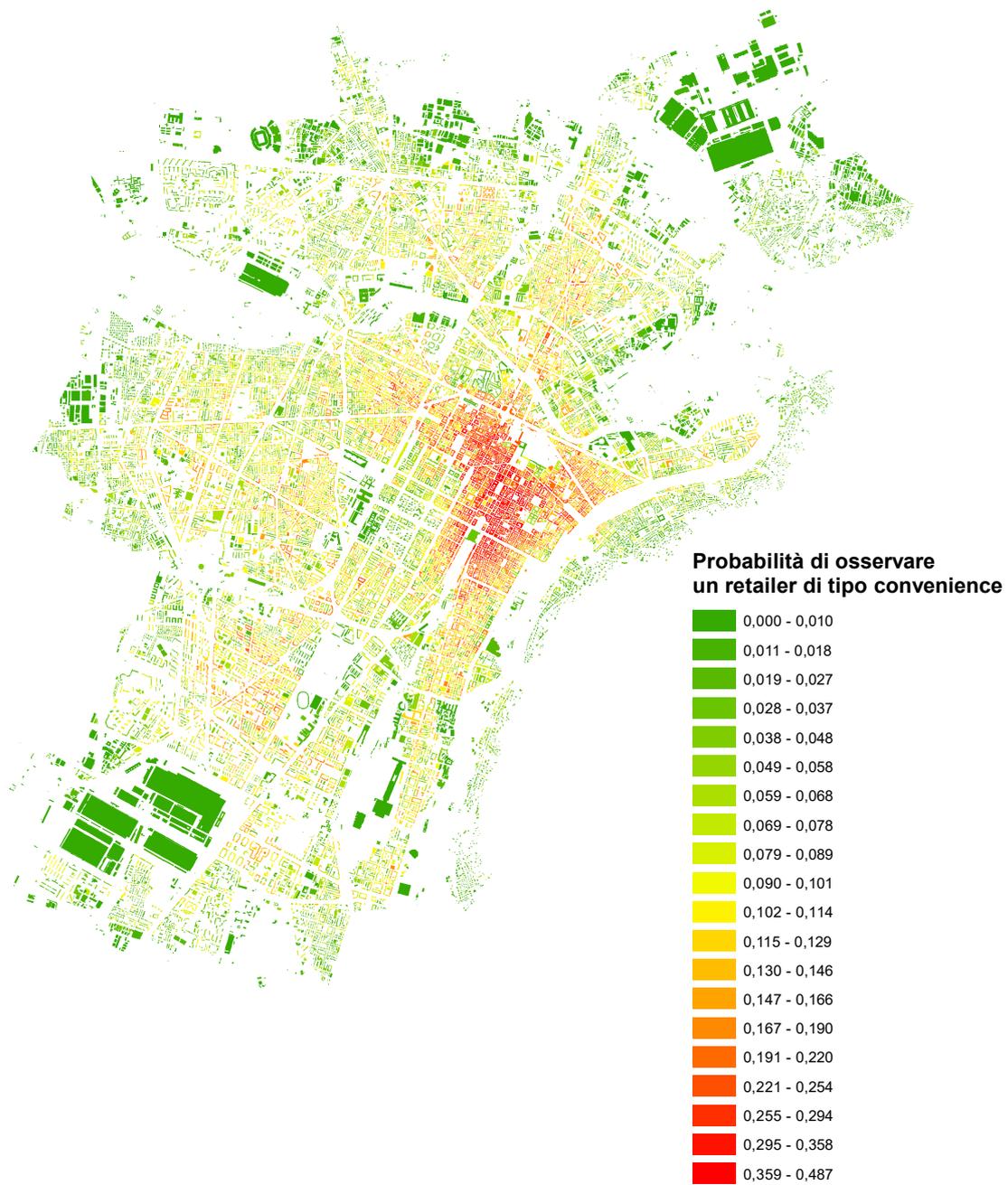


Figura 3.2: Rappresentazione grafica della probabilità di osservare un retailer di tipo convenience.

Quanto appena detto, però, ha carattere generale, in quanto è relativo alla totalità degli edifici. Risulta, invece, possibile raffinare l'analisi ed andare a concentrarsi esclusivamente su quegli edifici che costituiscono la coda destra della variabile dipendente, ovvero quelli su cui per prima si dovrebbe soffermare l'attenzione di un consulente strategico nel momento della scelta di localizzazione. Grazie alle specifiche del modello e al contenuto informativo del database su cui è stato costruito il presente lavoro, è possibile identificare edifici ad alto potenziale corrente. Per edifici ad alto potenziale corrente si intendono edifici che presentano le seguenti caratteristiche:

- L'edificio presenta un valore della variabile dipendente superiore al terzo quartile;
- L'edificio ha una destinazione d'uso commerciale;
- L'edificio, attualmente, non ospita un retailer appartenente all'aggregato commerciale per il quale si conduce l'analisi;

Questa operazione di selezione può essere realizzata attraverso delle banali operazioni logiche sul database ed i risultati possono essere visualizzati graficamente mediante il solito ricorso ad un *Software GIS*. Prima di trarre conclusioni definitive e d'insieme sul lavoro appena esposto, si intende presentare l'output di questo processo selettivo per l'aggregato convenience e per l'aggregato shopping.

Per quanto riguarda l'aggregato convenienze, gli edifici individuati perché rispettosi delle tre condizioni sopracitate sono 1.163 e sono distribuiti secondo lo schema osservabile in figura 3.3.



Figura 3.3: Rappresentazione grafica delle località più favorevoli per l'insediamento di un'attività commerciale di tipo *convenienze* all'interno e intorno alla Circoscrizione 1.

Per quanto riguarda, invece, l'aggregato shopping, gli edifici che rispettano il triplice vincolo sono solamente 412, numero ragionevolmente minore rispetto all'aggregato precedente, e distribuiti secondo lo schema in figura 3.4.



Figura 3.4: Rappresentazione grafica delle località più favorevoli per l'insediamento di un'attività commerciale di tipo *shopping* all'interno e intorno alla Circoscrizione 1.

Nello specifico, tramite il ricorso alla modellistica appena presentata e in sintonia con il piano regolatore adottato dal Comune per il quale si realizza l'analisi, sarebbe possibile indicare, a livello di singolo edificio, qual è la località più probabile ad ospitare un retailer di un certo tipo. Ricorrendo, forse, ad una forzatura logica, si potrebbe pensare che la probabilità di osservare un retailer in un dato edificio sia una buona proxy del suo successo, in quanto l'osservazione di un'attività commerciale in un dato punto dello spazio dovrebbe, almeno in linea di principio, segnalare il fatto che il business sia sostenibile. È evidente che quanto appena affermato non tiene in considerazioni le capacità gestionali, ma, assumendole trasversalmente costanti, è logico supporre che un edificio a maggior probabilità di osservare un retailer sia anche una località in cui l'insediamento di un'attività commerciale risulti più favorevole che altrove, almeno in termini di riduzione del rischio.

Il modello, ma ancor di più la metodologia, appena esposto potrebbe trovare applicazione nel mondo della consulenza per il settore privato o per il settore pubblico. Da un lato potrebbe essere utilizzato per stratificare conoscenza sull'ecosistema commerciale di un determinato centro urbano al fine di fornire suggestioni a clienti privati interessati ad aprire una nuova attività commerciale in città, dall'altro lato, considerando il settore pubblico, esso potrebbe risultare utile a particolari processi decisionali inerenti alla pianificazione territoriale; infatti, la quantificazione di questi fenomeni, sebbene intuitivamente e ragionevolmente identificabili, potrebbe risultare un potente strumento per il supporto di determinate strategie di sviluppo e crescita commerciale in un contesto urbano.

Ringraziamenti

Giunti a questo punto, è per me doveroso ringraziare tutte le persone che in questi anni mi hanno permesso di arrivare a questo importante traguardo. La mia famiglia in primis: mio papà, Massimo, e mia mamma, Maria Cristina, sono i due pilastri su cui poggiano molte delle mie certezze e, senza ombra di dubbio, il percorso che mi accingo a concludere sarebbe stato molto più irto se non fosse stato per la grazia e attenzione con cui da sempre mi arricchiscono di stimoli. Papà, mi hai insegnato, fin da piccolo, ad essere logico e sequenziale e a guardare tutto con un occhio critico. Mamma, all'opposto, sei la mia componente creativa, quel tocco di follia che mi permette ogni tanto di togliermi l'abito dello studente di ingegneria e vestire quello dell'artista. Grazie a entrambi, di tutto.

Un grazie di cuore va poi alla mia fidanzata, Federica, che mi ha accompagnato durante il mio intero viaggio universitario e dalla quale ho imparato il senso di responsabilità e il piacere di fare ciò che si ama con il sorriso: sei il mio faro sempre acceso, lì a ricordarmi strada e velocità. Grazie di esserci.

Un sentito e sincero grazie lo devo al Prof. Giulio Zotteri e al Prof. Luigi Buzzacchi, con i quali ho lavorato per la realizzazione e la stesura del presente elaborato. Entrambi sono stati per me, ben prima dell'inizio di questo lavoro, figure da ammirare e prendere ad esempio. Se prima della collaborazione l'ammirazione risiedeva in un indiscutibile professionalità e acume scientifico, durante lo sviluppo della tesi la sensibilità e gli aspetti umani sono emersi. Proprio questo equilibrio vi rende esempi da seguire.

Un grazie sentito va anche a Roberta, spalla fidata che mi ha accompagnato in questi mesi di lavoro, tra fasi di esaltazione e sconforto. Ti auguro il meglio per la continuazione del dottorato, sono certo che saprai fare grandi cose. Insieme a lei devo ringraziare l'intero centro interdipartimentale FULL che mi ha accolto come una famiglia e dove ho trovato rifugio per comporre questo lavoro.

I coinquilini con cui ho condiviso cene e ansie meritano un posto speciale nel mio cuore e, per questo, vi voglio ringraziare tutti. Da ognuno di voi ho, infatti, imparato qualcosa che mi sono portato dietro e che, forse, mi è servito per tagliare questo primo traguardo. Un grazie, dunque, a Philippe, le nostre avventure e le nostre serate in casa Gattone sono stati olio lubrificante tra gli ingranaggi di quella macchina che mi ha condotto a questo risultato; un grazie a Michele, mi hai offerto più prospettive di quante esistono sull'interpretazione del

mondo, e questo è già di per sé un regalo immenso; un grazie alla coppia di fatto più coppia di fatto che io conosca: Marcello e Giulio, una miscellanea inimitabile di orgoglio e serietà su cui abbiamo costruito momenti di impareggiabile lucidità quanto di indicibile non-sense: ma grazie anche per tutto il sale in zucca e la maturità che, anche se non si direbbe, avete fatto gocciolare su di me in questi due anni.

Grazie agli amici di sempre che, a prescindere dalla distanza, sono rimasti ancorati ai binari comuni che ci vedono camminare fianco a fianco: Marco, Alessandro, Davide, Simone e Xavier. Grazie perchè i confronti tra noi sono sempre stati un punto di partenza, mai un punto d'arrivo.

Un grazie particolare alla sorpresa veneta, un amico uscito da un tubo con cui ho vissuto esperienze incredibili e con il quale ho fatto viaggi bellissimi: grazie Alessandro per avermi aiutato ad ammorbidire i tratti più ruvidi della vita universitaria.

Infine, grazie a tutti quelli con cui ho condiviso le barbarie del Politecnico, tra lavori di gruppo, presentazioni e preparazioni di esami. In particolar modo, voglio ringraziare Leonardo, Giacomo, Alessandro, Angelo, Marta, Giulia e Lorenzo. Siete persone fantastiche a cui auguro il meglio per il vostro futuro, sperando di condividere altri progetti insieme per cercare di realizzare almeno uno dei nostri tanti sogni.

Bibliografia

- [1] Alex Anas, Richard Arnott and Kenneth A. Small, *Urban Spatial Structure*, Journal of Economic Literature, Vol. 36, No. 3, pp. 1426-1464, September 1998.
- [2] Moses Leon and Harold F. Williamson, *The Location of Economic Activity in Cities*, American Economic Review, 57:2, pp. 211-22, January 1967.
- [3] Jared Diamond, *Guns, Germs and Steel: The Fates of Human Societies*, W. W. Norton, 1997.
- [4] Fales, Ronald and Leon N. Moses. *Land Use Theory and the Spatial Structure of the Nineteenth Century City* Papers and Proceedings Reg. Science Association, 28, pp.49-80, 1972.
- [5] Kinda Al Sayed, Alasdair Turner, Bill Hillier, Shinichi Iida and Alan Penn, *Space Syntax Methodology*, Bartlett School of Architecture, UCL, London, 2014 (4th edition).
- [6] Andres Sevtsuk, *Location and Agglomeration: The Distribution of Retail and Food Businesses in Dense Urban Environments*, Journal of Planning Education and Research, Vol 34, No. 4, pp. 374-393, December 2014.
- [7] Berger, M. *Les variétés Riemanniennes $1/4$ -pinchées*, Ann. Scuola Norm. Sup. Pisa Serie III, 14, 161-170 (1960).
- [8] Eric Marcon and Florence Puech, *Evaluating the geographic concentration of industries using distance-based methods*, Journal of Economic Geography, Vol. 3, No. 4, pp. 409-428, 2003.
- [9] Alonso, W., *Location and Land Use*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1964.
- [10] Berry, B. J. L., *Geography of market centers and retail distribution*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1967.
- [11] Isard, W., *Location and space-economy; a general theory relating to industrial location, market areas, land use, trade, and urban structure*, Published jointly by the Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and Wiley, 1956.

- [12] Eppli, M. and J. Benjamin, *The Evolution of Shopping Center Research*, Journal of Real Estate Research Vol. 9(1): pp. 5-32, 1994.
- [13] Vandell, K. and C. C. Carter, *Retail Store Location and Market Analysis: A Review of Literature*, Journal of Real estate Literature 1: 13-45, 1993.
- [14] Steadman, P., *Architectural morphology : an introduction to the geometry of building plans*, London, Pion, 1983.
- [15] March, L., *The Architecture of Form*, Cambridge University Press, Ed. 1976.
- [16] Porta, S., Crucitti P., et al, *The network analysis of urban streets: a primal approach*, Environment and Planning B 35(5): 705-725, 2005.
- [17] Porta S. and Latora V., *Street Centrality and the Location of Economic Activities in Barcelona*, Urban Studies, May 2002.
- [18] Anderson, S., *Studies toward an Ecological Model of the Urban Environment*, On Streets. Cambridge, Mass., MIT Press, Ed. 1978.
- [19] Ellingham, I. and W. Fawcett, *New Generation Whole-Life Costing: Property and Construction Decision-Making Under Uncertainty*, Abington, Oxon, Francis and Taylor, 2006.
- [20] Tabor, P., *Analyzing Route Patterns. The Architecture of Form.*, L. March. Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
- [21] Lynch, K., *The image of the city*, Cambridge, Mass., Technology Press, 1960.
- [22] Lynch, K., *Good city form*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1984.
- [23] DiPasquale, D. and W. C. Wheaton, *Urban economics and real estate markets*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1996.
- [24] Copeland M. T., *Relation of Consumers' Buying Habits to Marketing Methos*, Harvard Business Review and Harvard Business School Publishing, 1923.
- [25] Jacobs, J., *The Death and Life of Great American Cities*, New York, Random House, 1961.
- [26] Stahl, K., *Theories of Urban Business Location*, Handbook of Regional and Urban Economics. E. S. Mills. Amsterdam, North-Holland. 2: 760-820, 1987.
- [27] Sraffa P., *The Laws of Returns under Competitive Equilibrium*, The Economic Journal, Vol. 36, No. 144, pp. 535-550, 1926.
- [28] Christaller, W. and C. W. Baskin, *Central places in southern Germany*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1966.

- [29] Lösch, A., *The economics of location*, New Haven, Yale University Press, 1954.
- [30] Ingene, C. A., *Structural Determinants of Market Potential*, Journal of Retailing, 60, pp. 37-64, 1984.
- [31] Hurd, R., *Principles of City Land Values*, New York, Record and Guide, 1903.+
- [32] Bhat, C., S. Handy, et al., *Development of an Urban Accessibility Index: Literature Review*, Research Project 7-4938, Development of an Urban Accessibility Index. B. o. E. R. Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin Austin, TX, The University of Texas at Austin, 2000.
- [33] Hillier, B., *The Golden Age for Cities? How we Design Cities is How We Understand Them*, Urban Design, Vol 100, pp. 16-19, 2006.
- [34] Hillier, B. and J. Hanson, *The Social Logic of Space*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- [35] Hotelling, H., *Stability in Competition*, Economic Journal 39: 41-57, 1929.
- [36] Handy, S. and A. D. Niemeier, *Measuring Accessibility: an exploration of issues and alternatives*, Environment and Planning A, Vol 29, pp. 1175-1194, 1997.
- [37] Alonso, W., *A Theory of the Urban Land Market*, Papers in Regional Science, pp. 149-157.

Appendice A

Densità residenziale

Densità residenziale italiani (R=50m)

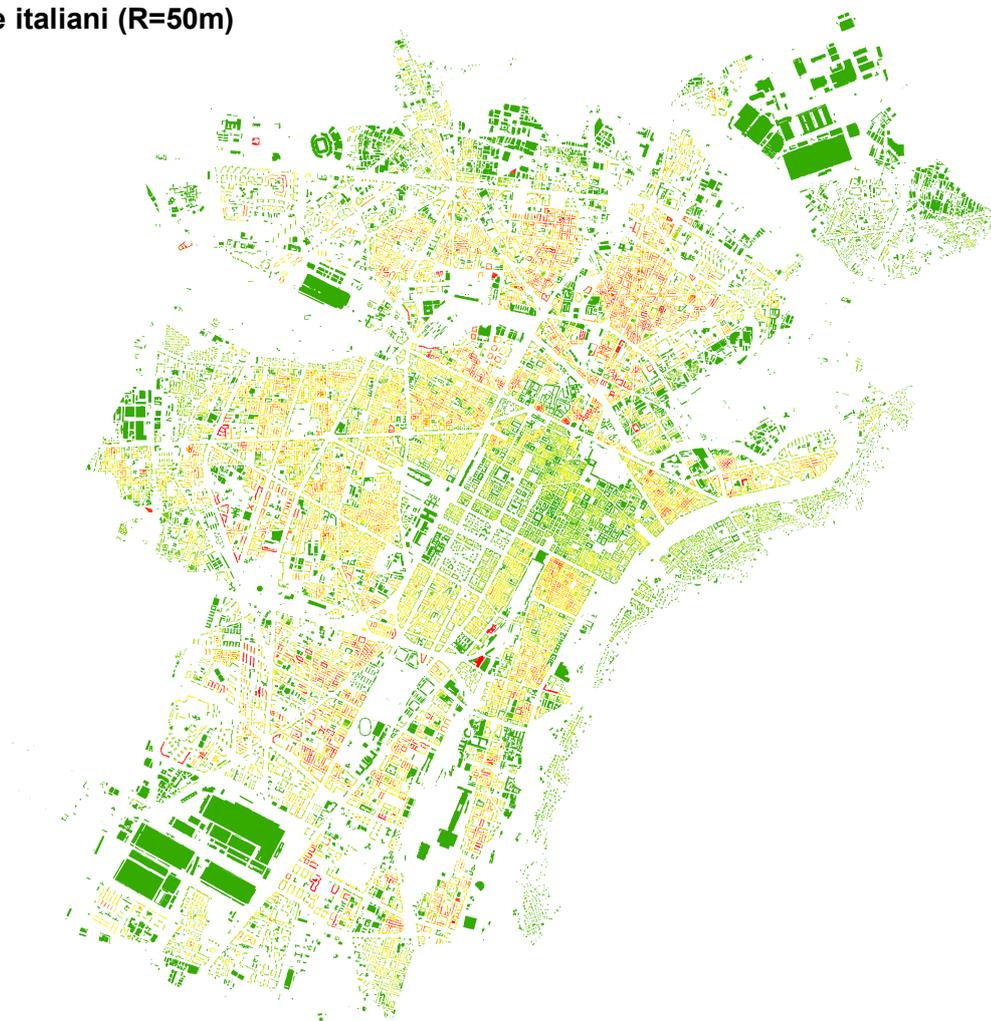


Figura A.1: Rappresentazione grafica della densità residenziale della popolazione italiana facendo ricorso ad un buffer di 50 metri.

Densità residenziale italiani (R=100m)

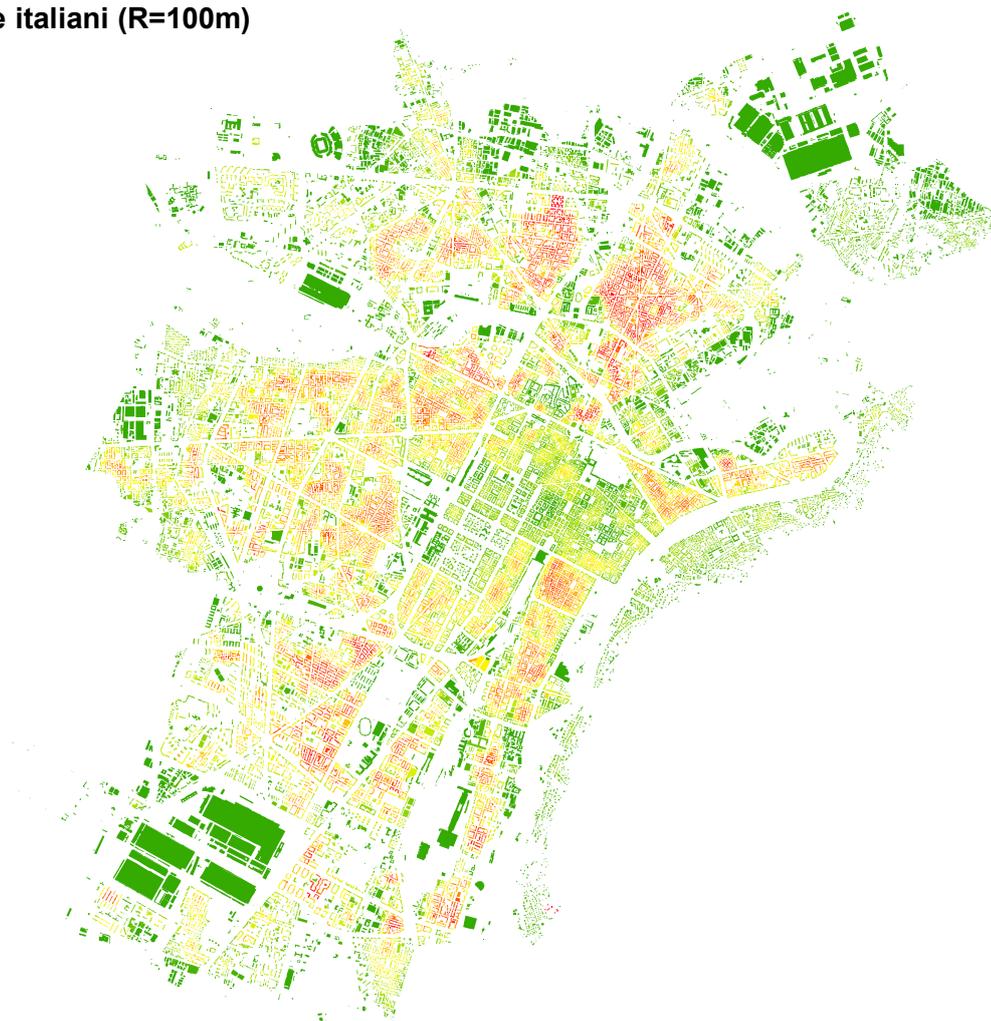
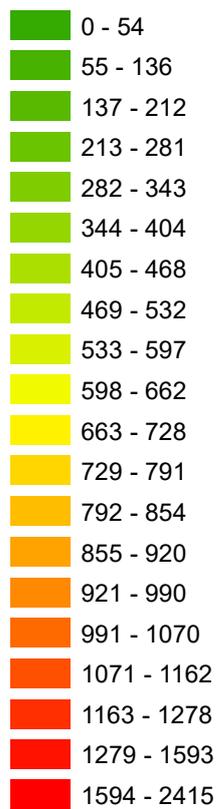


Figura A.2: Rappresentazione grafica della densità residenziale della popolazione italiana facendo ricorso ad un buffer di 100 metri.

Densità residenziale italiani (R=200m)

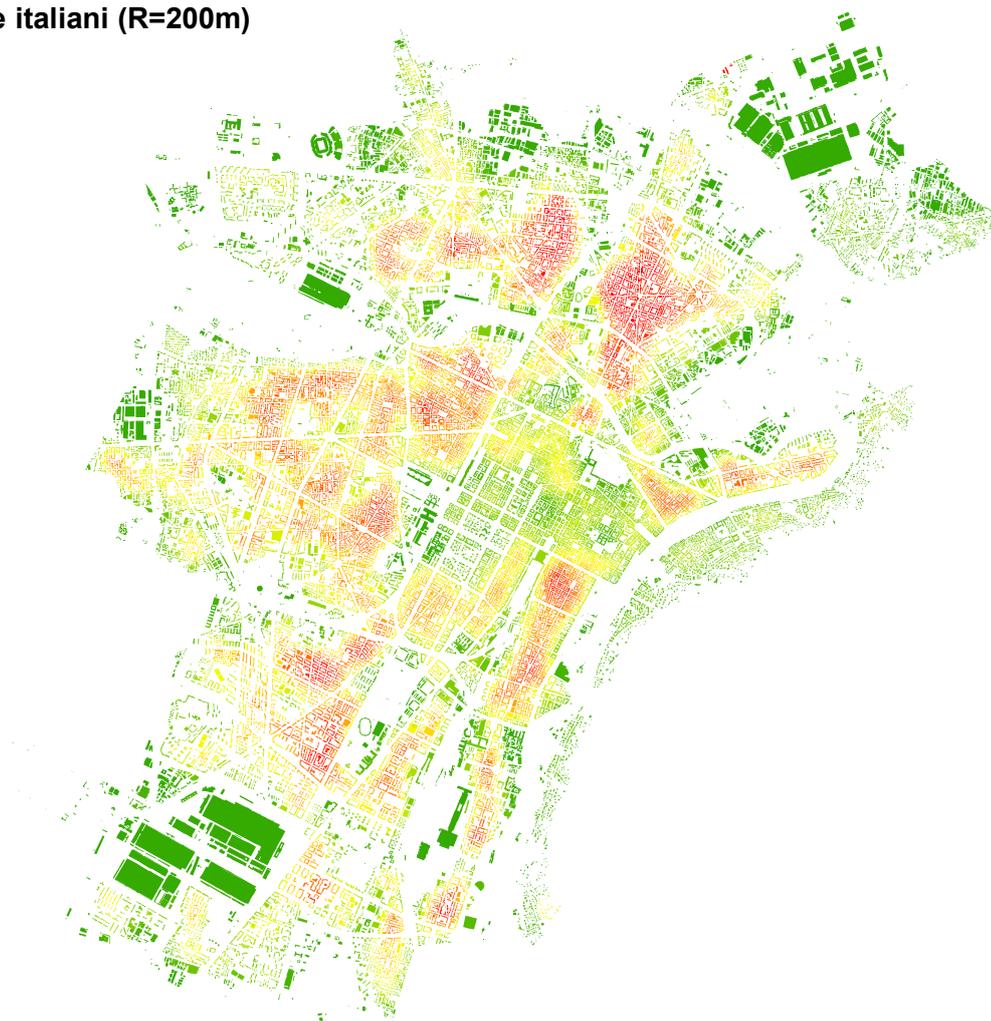
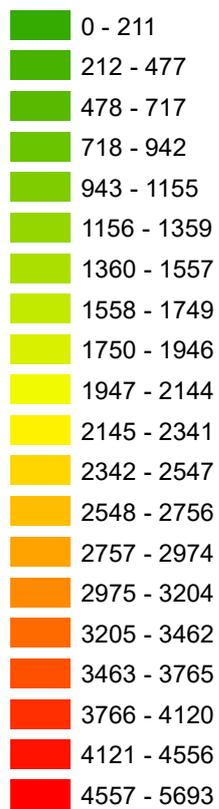


Figura A.3: Rappresentazione grafica della densità residenziale della popolazione italiana facendo ricorso ad un buffer di 200 metri.

Densità residenziale italiani (R=300m)

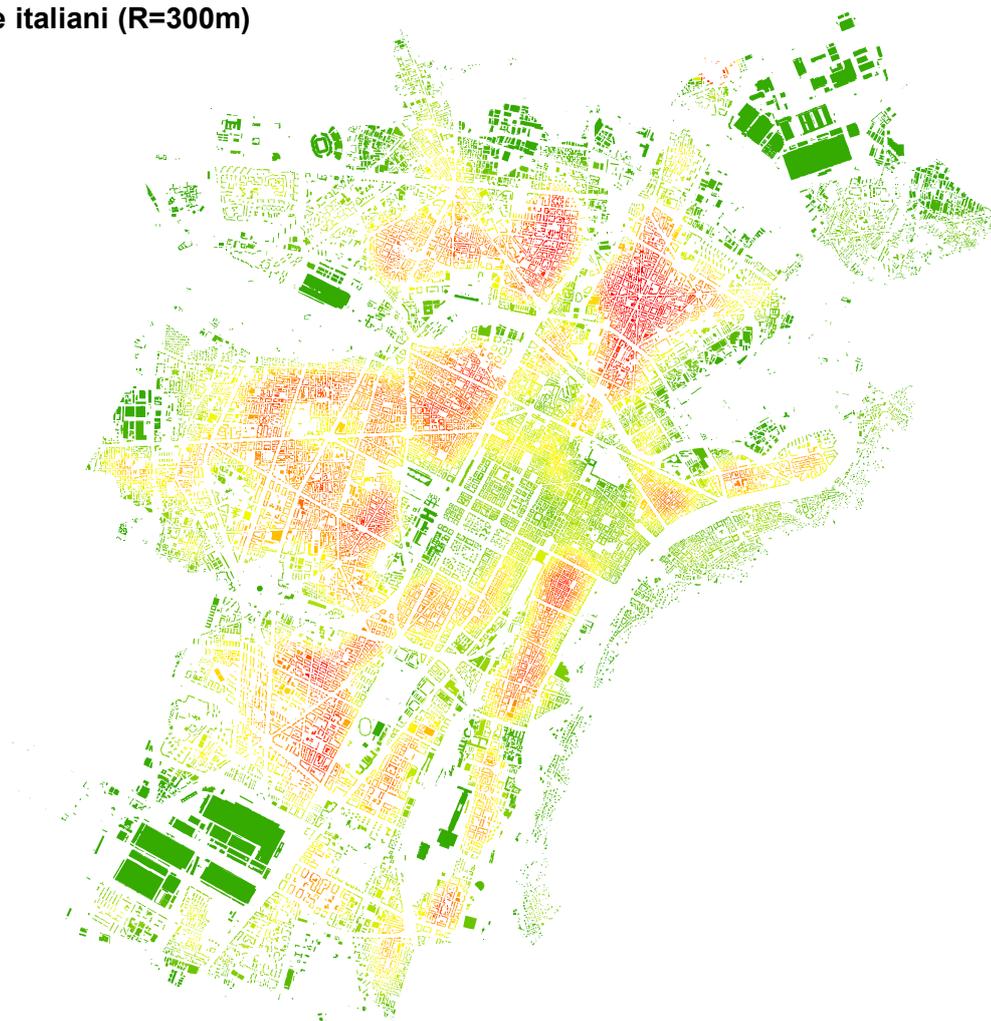


Figura A.4: Rappresentazione grafica della densità residenziale della popolazione italiana facendo ricorso ad un buffer di 300 metri.

Densità residenziale stranieri (R=50m)

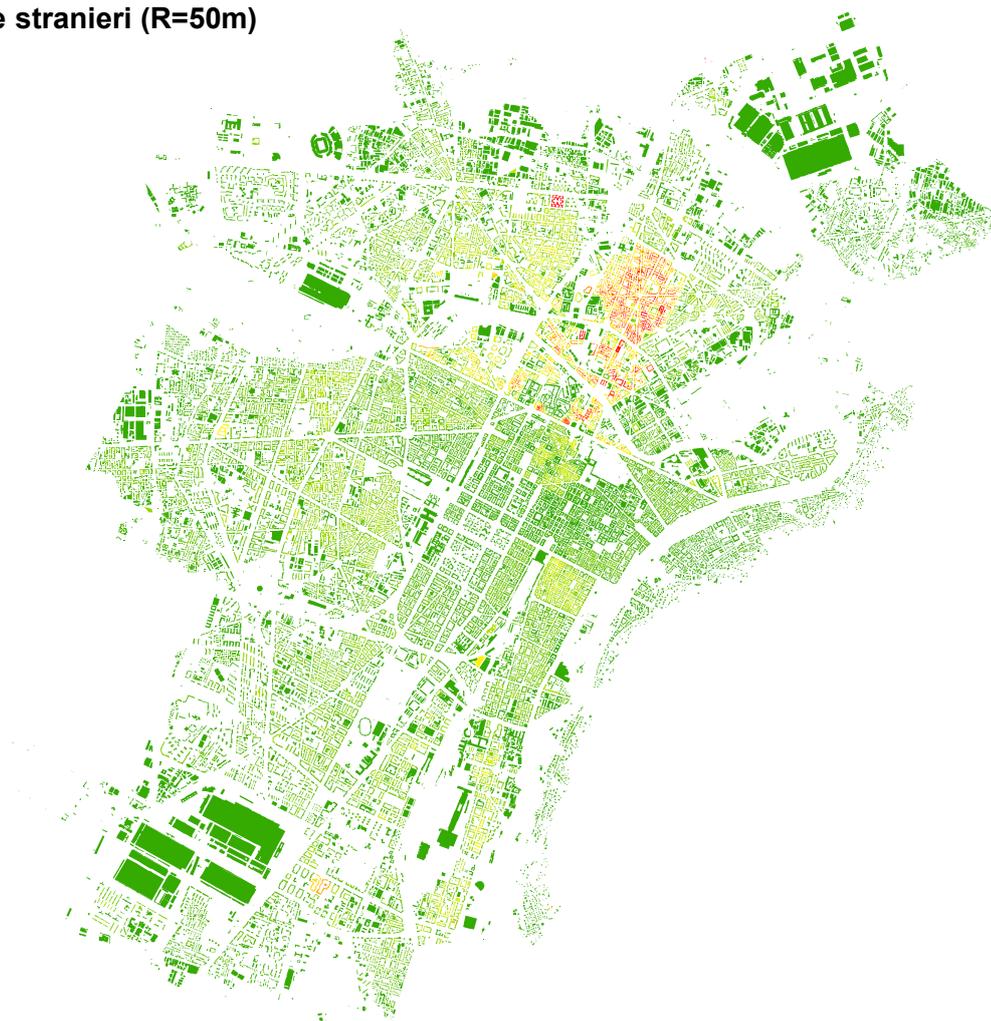
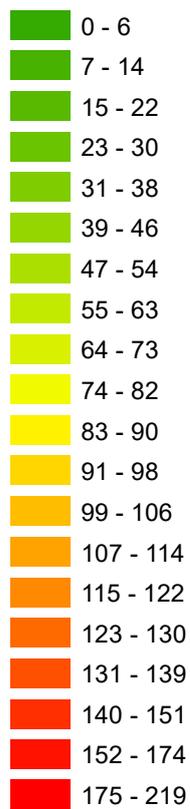


Figura A.5: Rappresentazione grafica della densità residenziale della popolazione straniera facendo ricorso ad un buffer di 50 metri

Densità residenziale stranieri (R=100m)

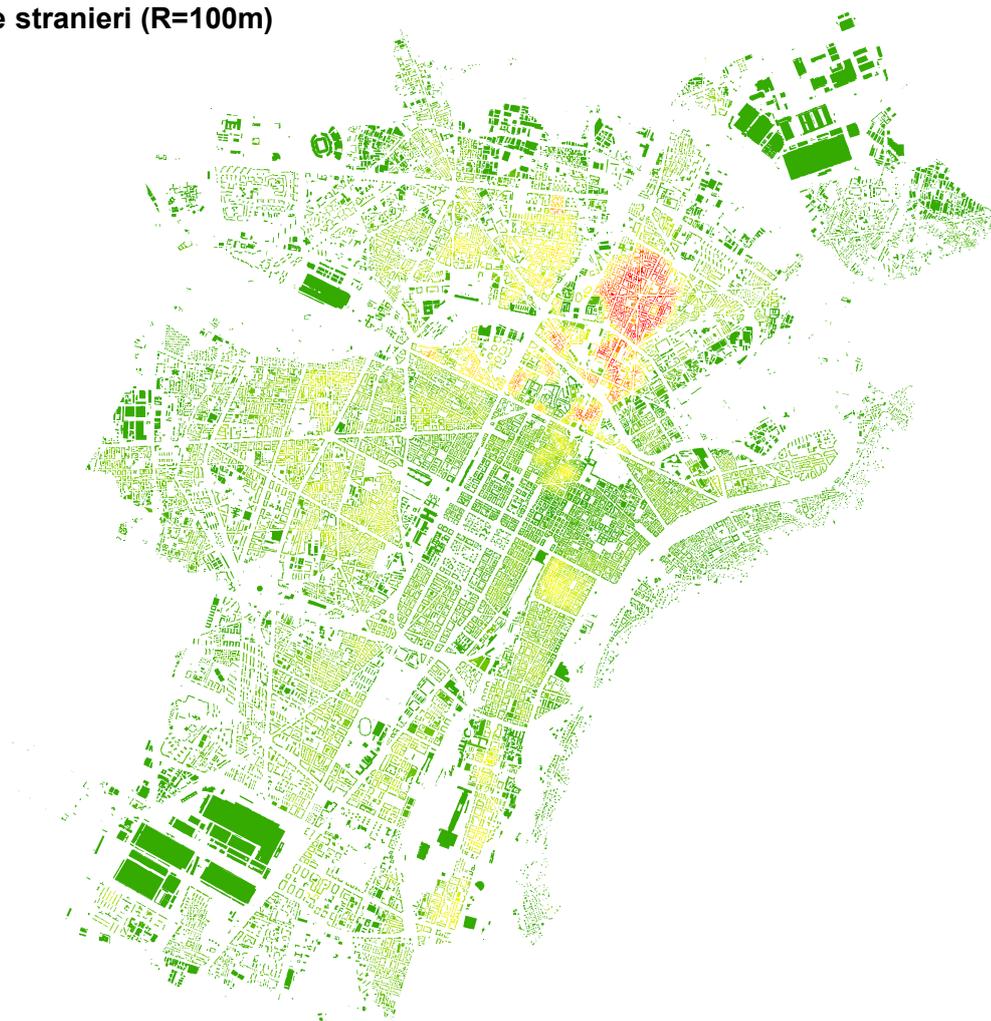


Figura A.6: Rappresentazione grafica della densità residenziale della popolazione straniera facendo ricorso ad un buffer di 100 metri

Densità residenziale stranieri (R=200m)

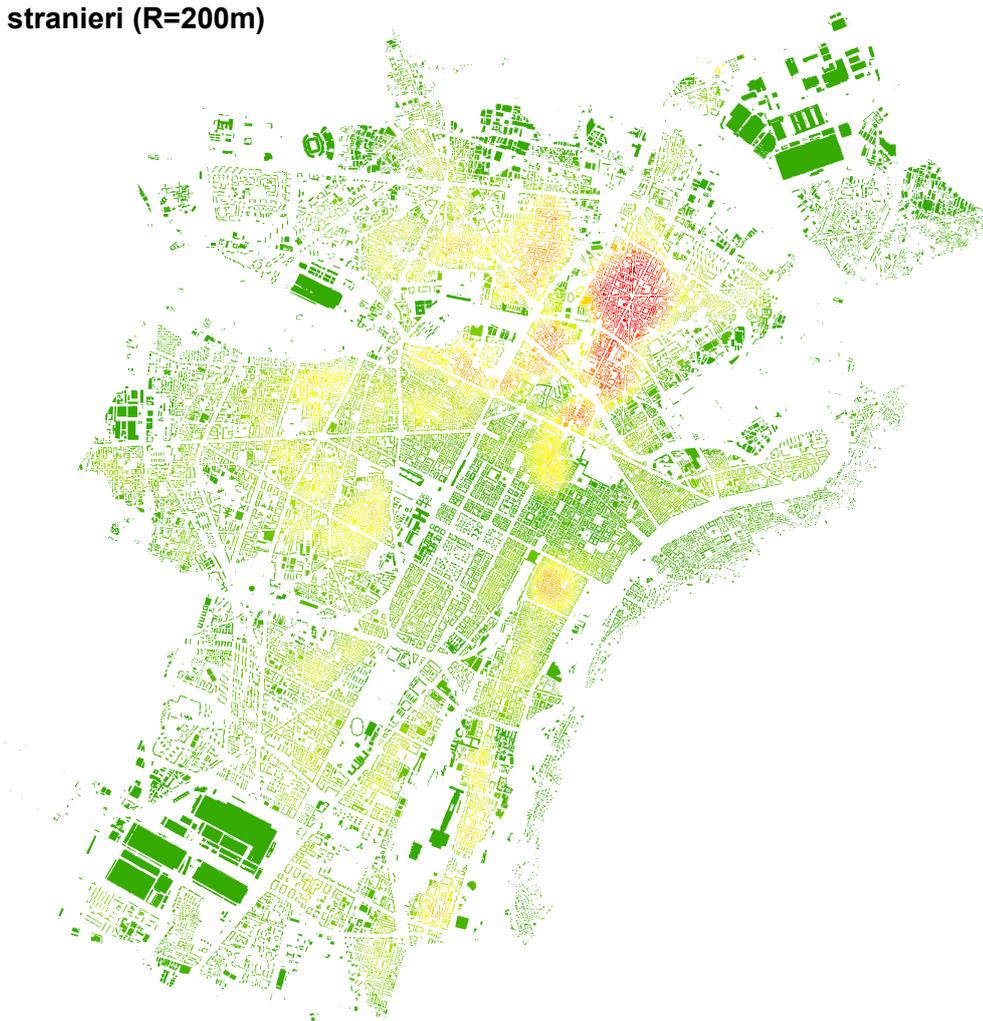
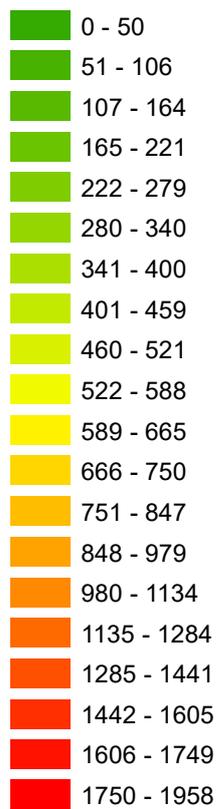


Figura A.7: Rappresentazione grafica della densità residenziale della popolazione straniera facendo ricorso ad un buffer di 200 metri

Densità residenziale stranieri (R=300m)

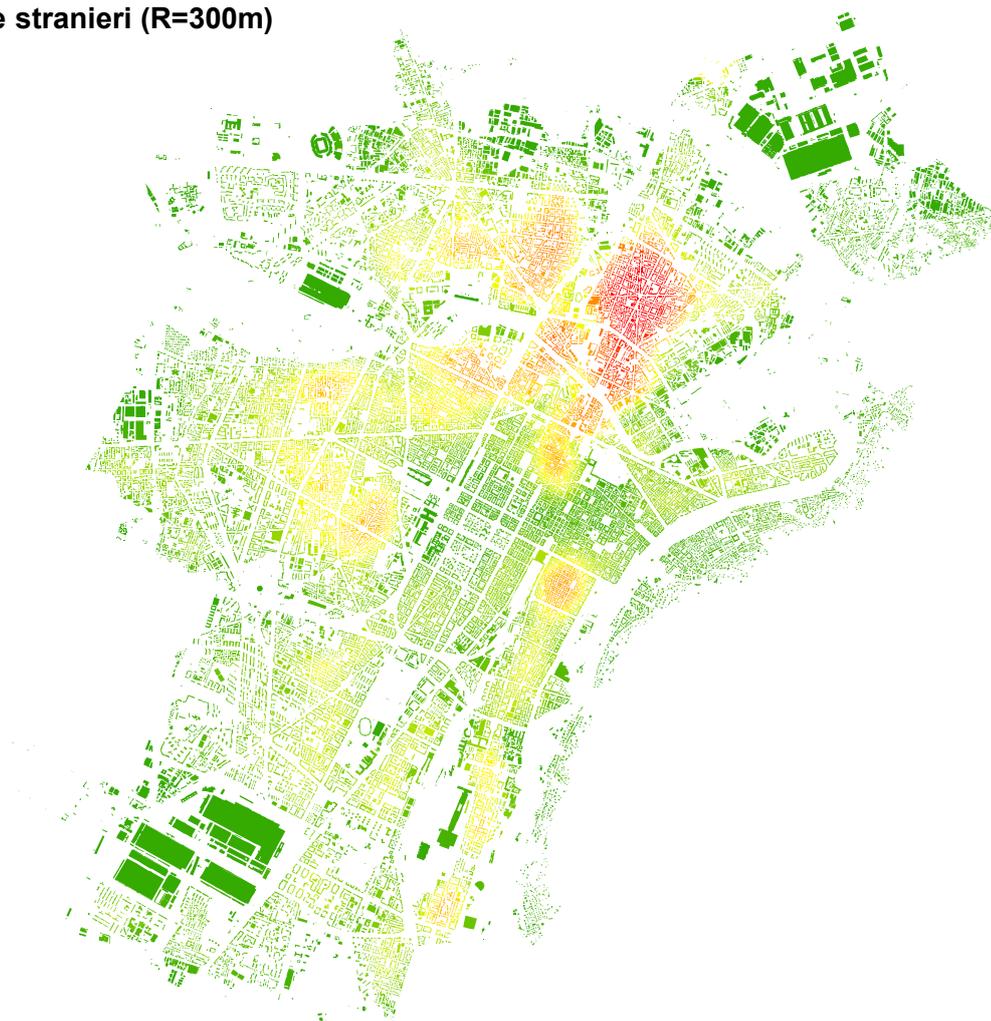
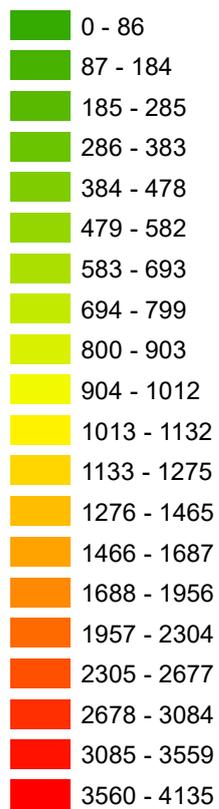


Figura A.8: Rappresentazione grafica della densità residenziale della popolazione straniera facendo ricorso ad un buffer di 300 metri

Appendice B

Densità commerciale

Densità commerciale shopping (R=75m)

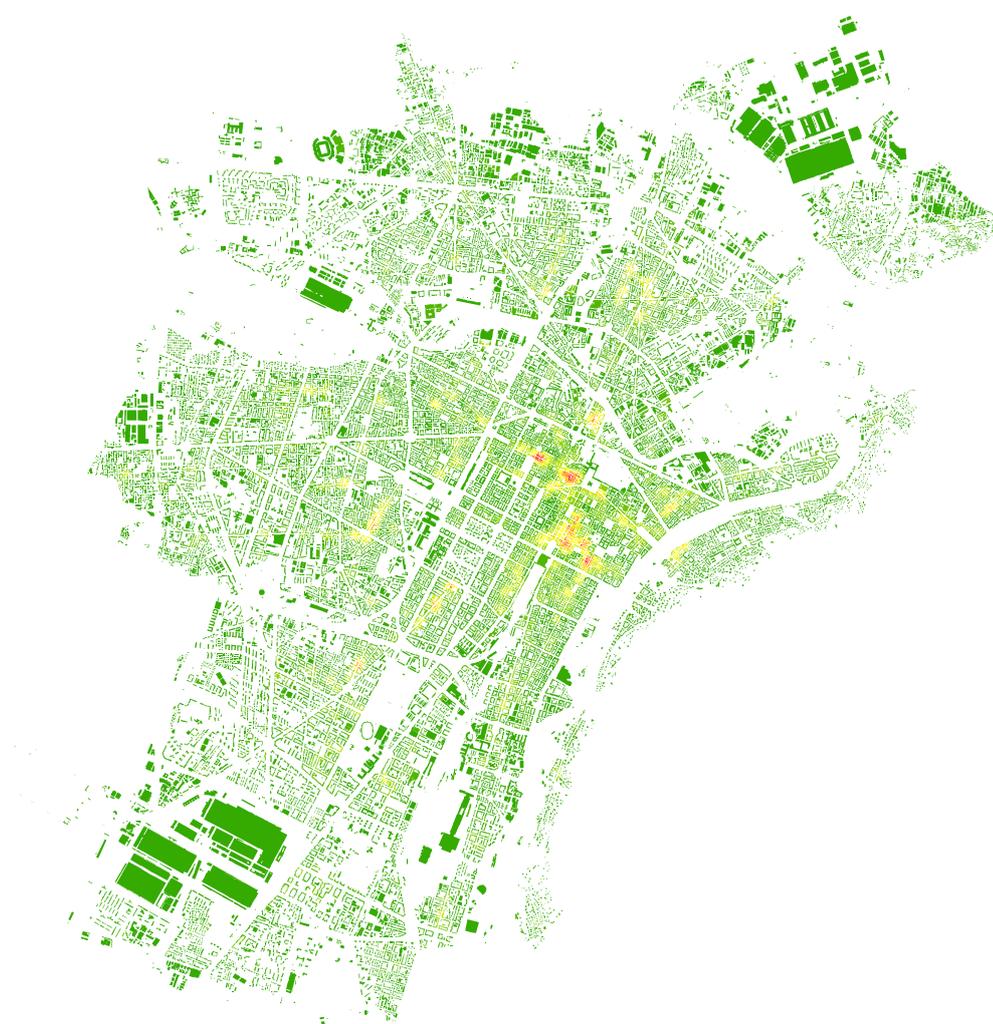


Figura B.1: Rappresentazione grafica della densità commerciale di attività appartenenti all'aggregato *shopping* facendo ricorso ad un buffer di 75 metri.

Densità commerciale shopping (R=150m)

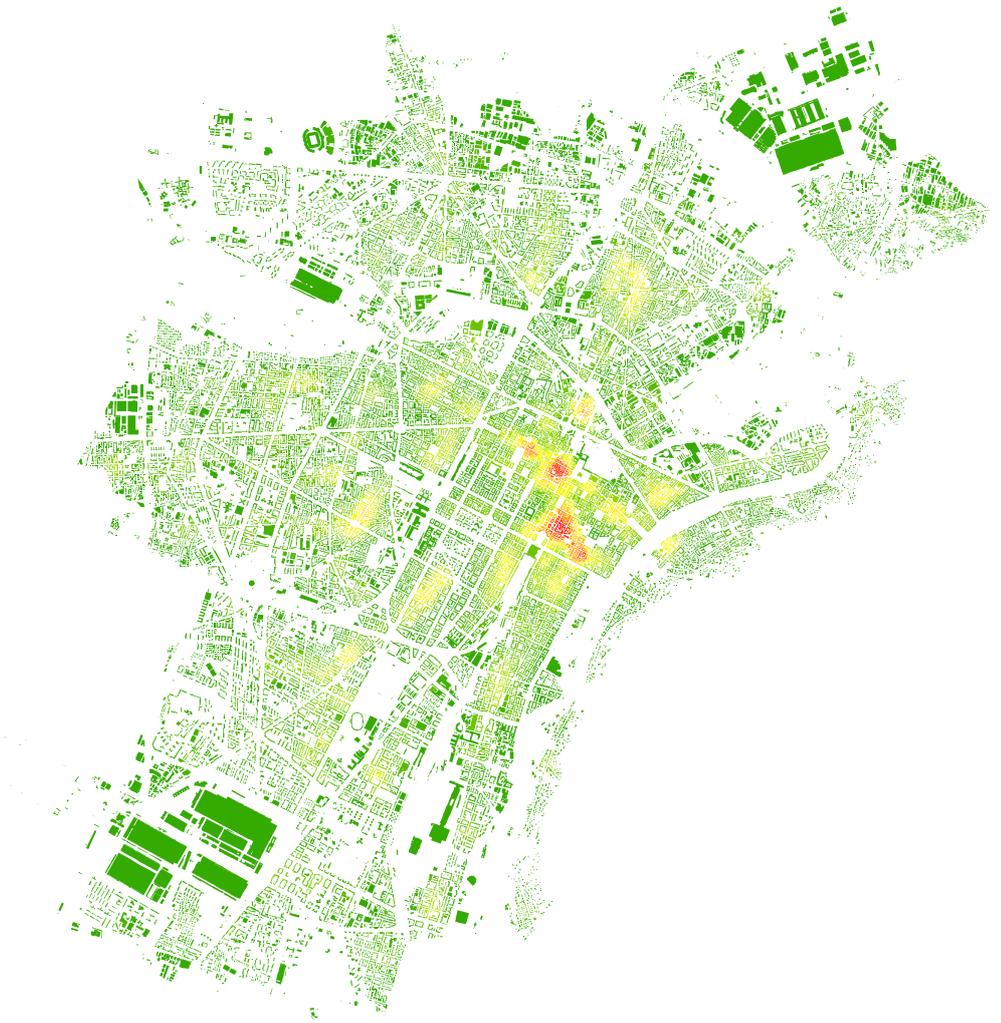
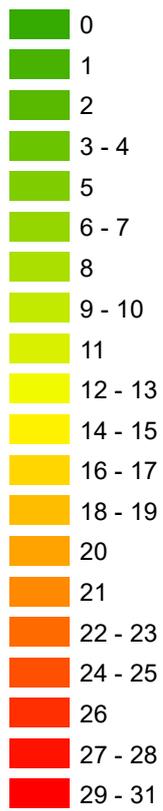


Figura B.2: Rappresentazione grafica della densità commerciale di attività appartenenti all'aggregato *shopping* facendo ricorso ad un buffer di 150 metri.

Densità commerciale shopping (R=300m)

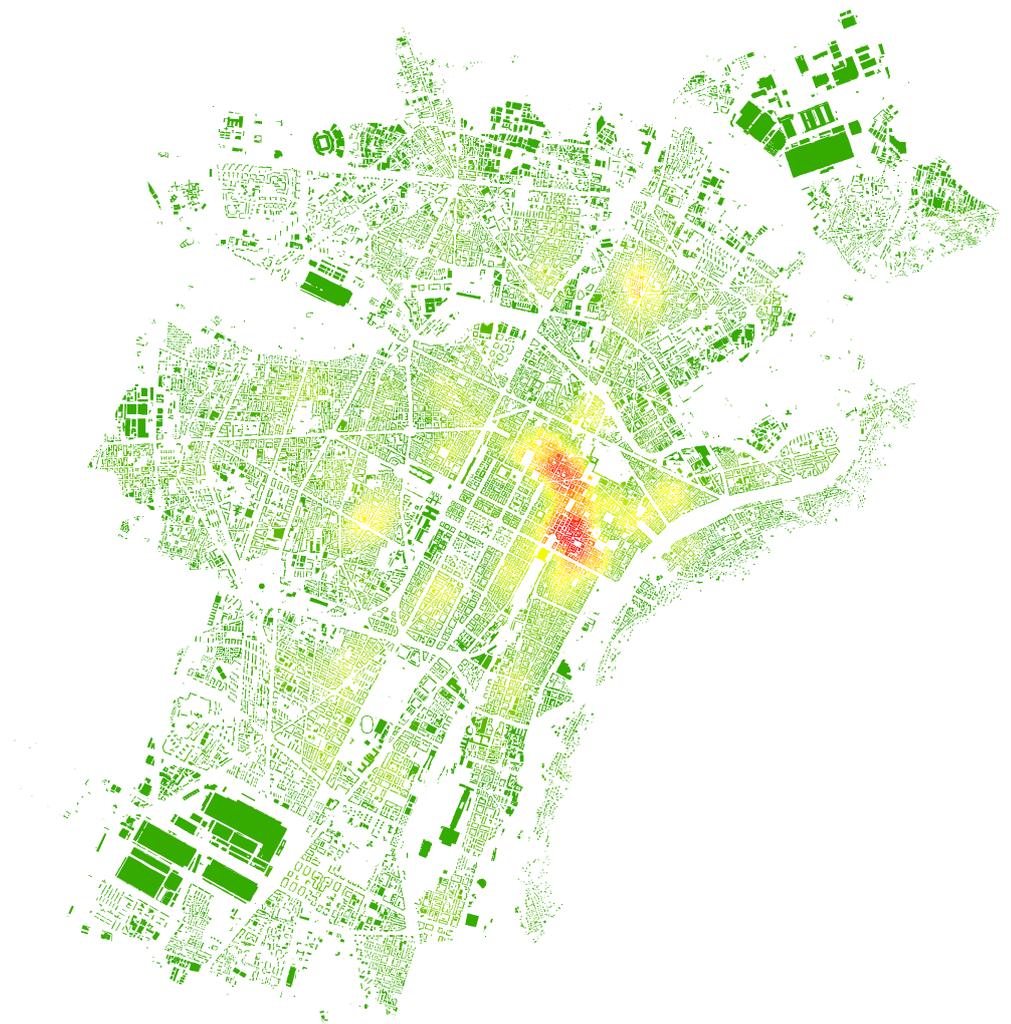


Figura B.3: Rappresentazione grafica della densità commerciale di attività appartenenti all'aggregato *shopping* facendo ricorso ad un buffer di 300 metri.

Densità commerciale shopping (R=600m)

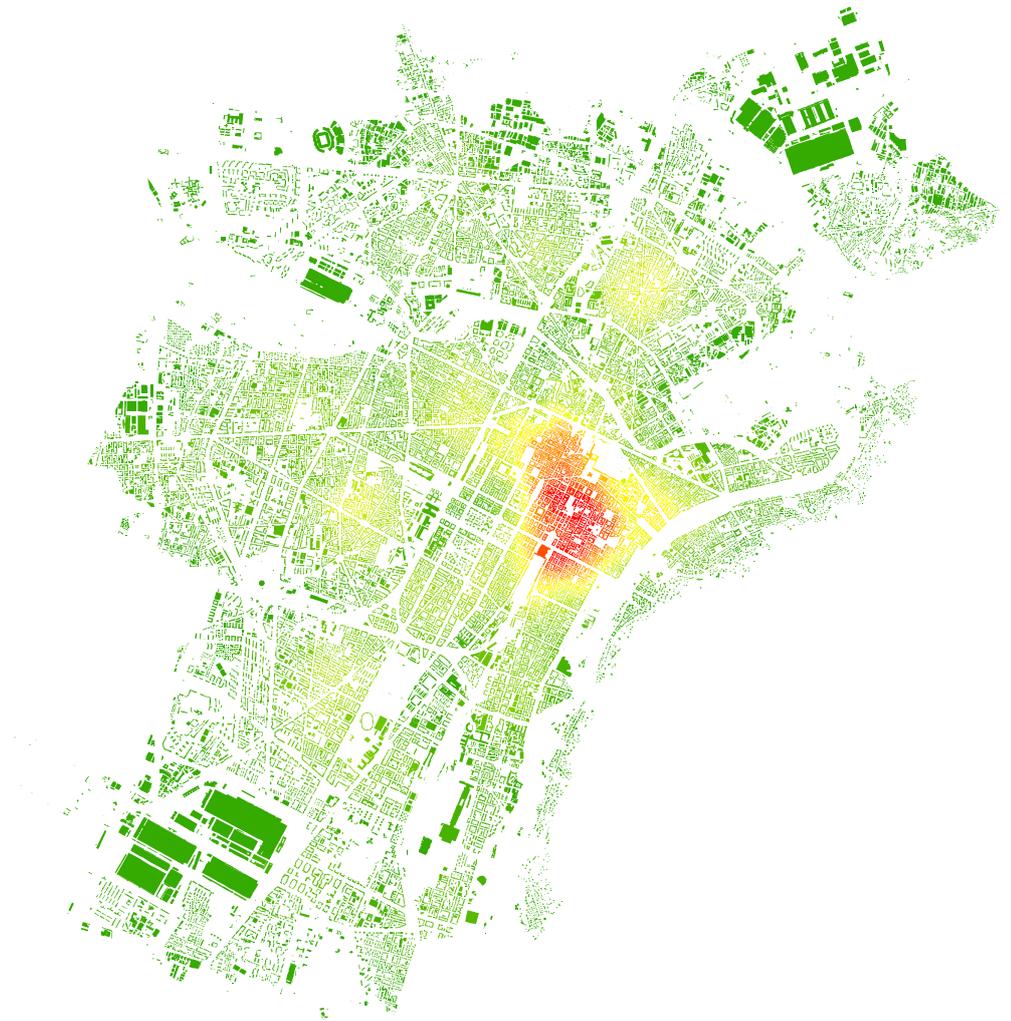
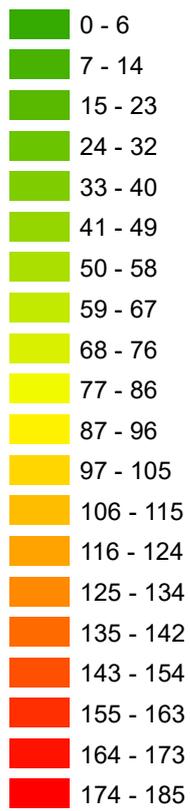


Figura B.4: Rappresentazione grafica della densità commerciale di attività appartenenti all'aggregato *shopping* facendo ricorso ad un buffer di 600 metri.

Densità commerciale convenience (R=75m)

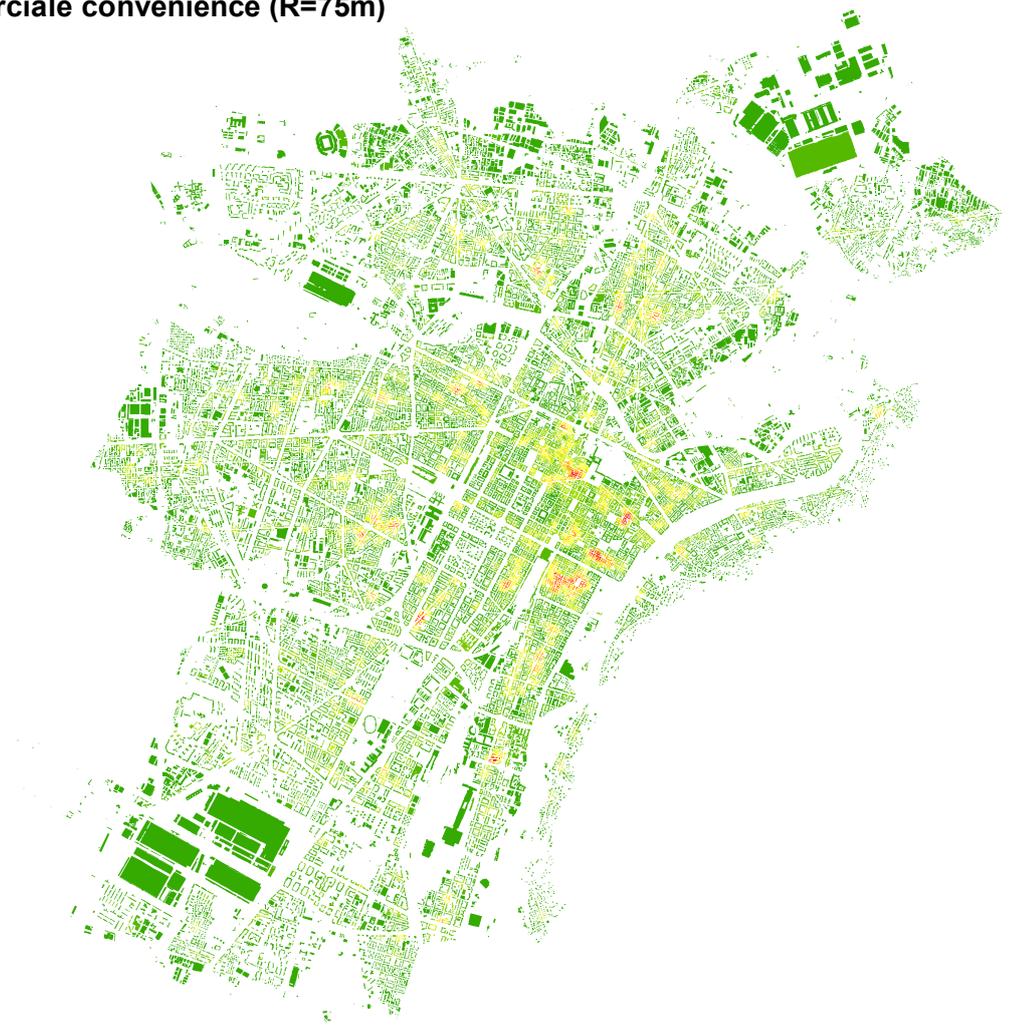


Figura B.5: Rappresentazione grafica della densità commerciale di attività appartenenti all'aggregato *convenience* facendo ricorso ad un buffer di 75 metri.

Densità commerciale convenienze (R=150m)

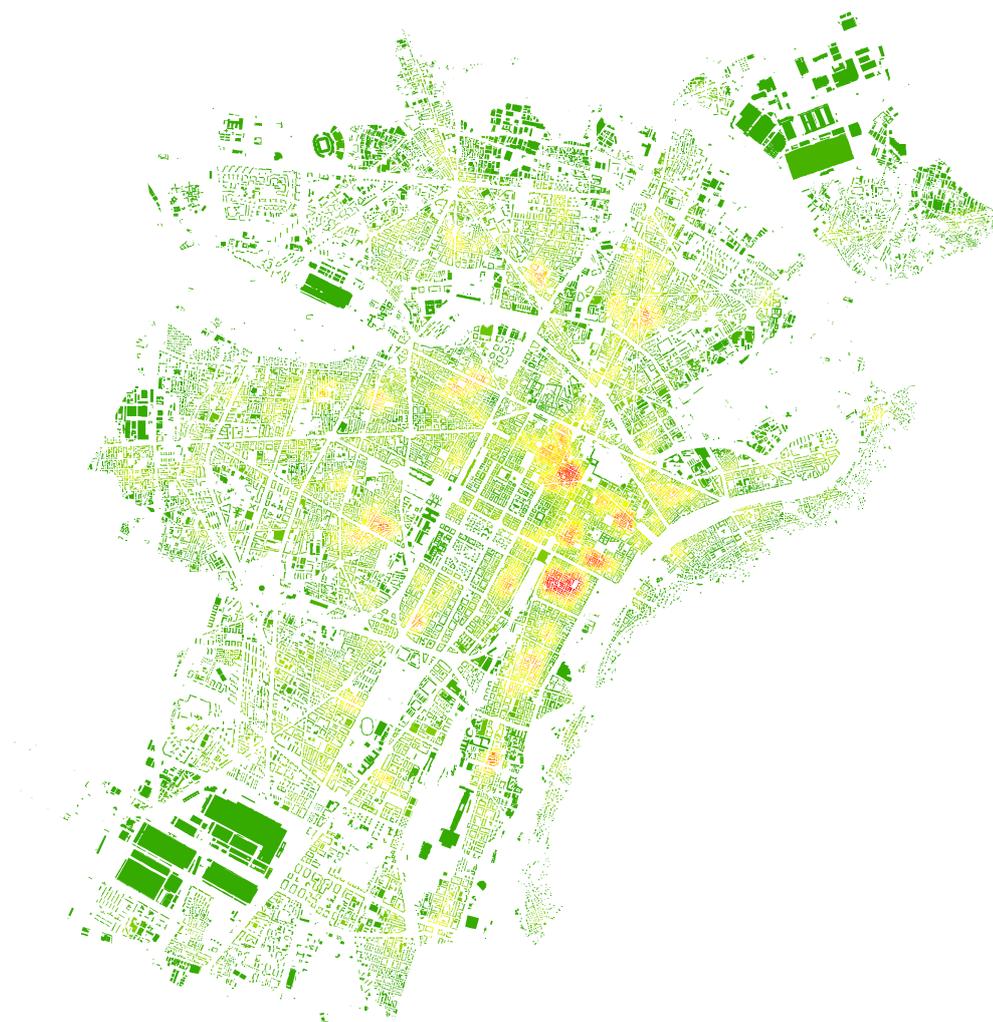
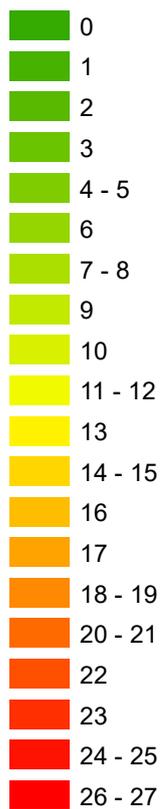


Figura B.6: Rappresentazione grafica della densità commerciale di attività appartenenti all'aggregato *convenienze* facendo ricorso ad un buffer di 150 metri.

Densità commerciale convenience (R=300m)

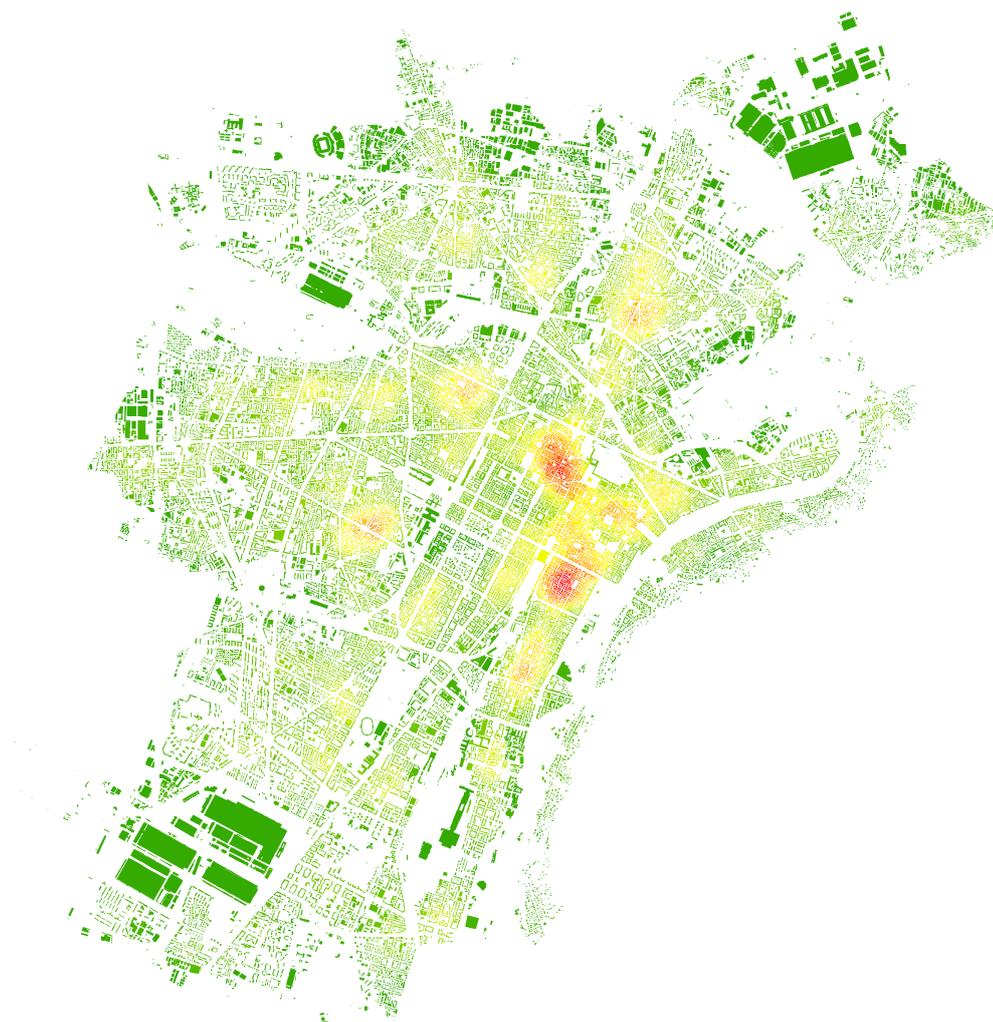


Figura B.7: Rappresentazione grafica della densità commerciale di attività appartenenti all'aggregato *convenience* facendo ricorso ad un buffer di 300 metri.

Densità commerciale convenience (R=600m)

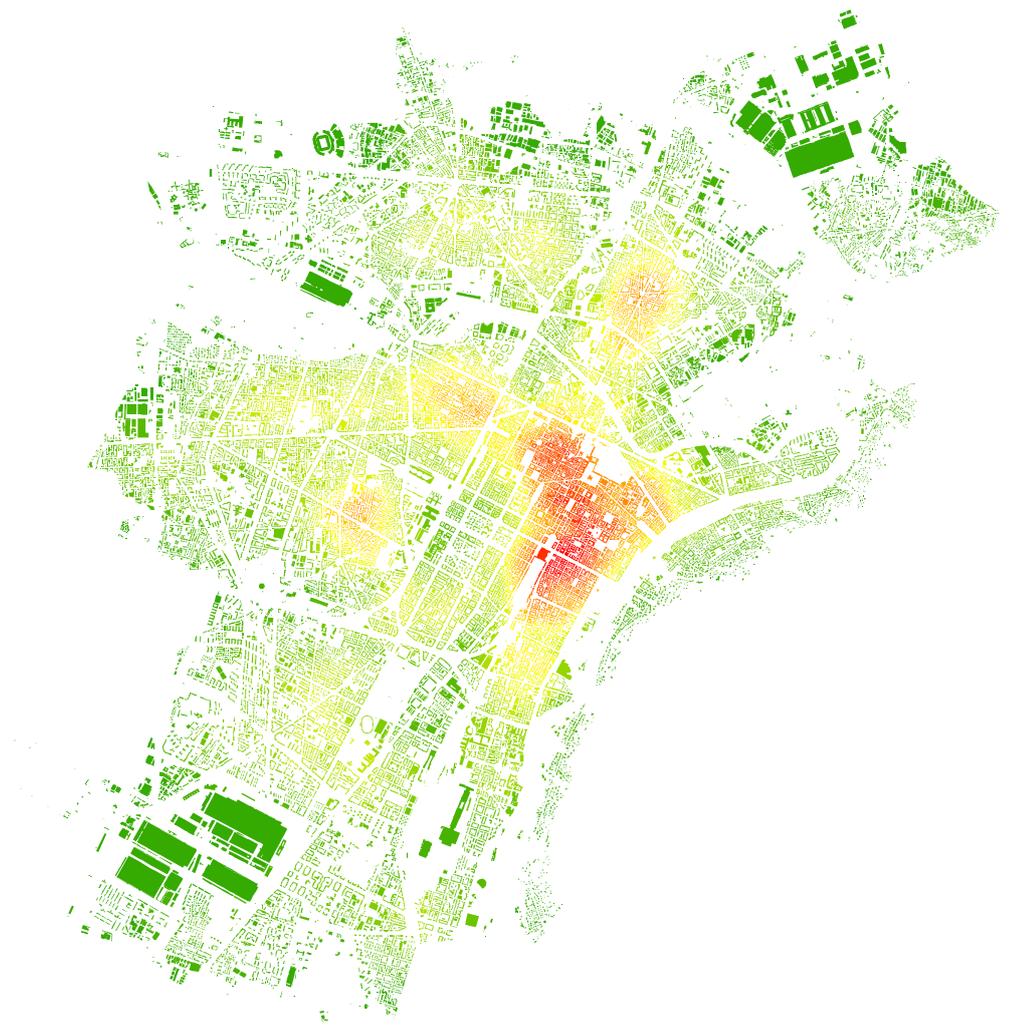
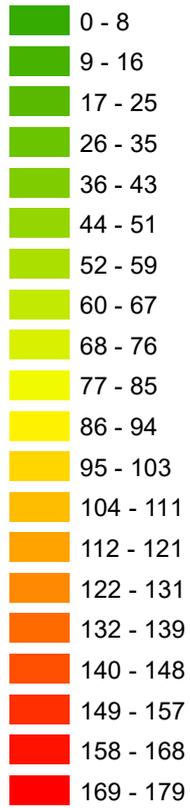


Figura B.8: Rappresentazione grafica della densità commerciale di attività appartenenti all'aggregato *convenience* facendo ricorso ad un buffer di 600 metri.

Appendice C

Codici MATLAB

C.1 Creazione del grafo stradale

```
1  NodoPartenza=xlsread('nomefile.xlsx');
   NodoArrivo=xlsread('nomefile.xlsx');
3  Archi=[NodoPartenza,NodoArrivo];
   CoordinateNodo=xlsread('nomefile.xlsx');
5  TableNodi=table(CoordinateNodo(:,1),CoordinateNodo(:,2),'VariableNames',{'Xcoord','Ycoord'});
   TableArchi=table([Archi(:,1),Archi(:,2)],'VariableNames',{'EndNodes'});
7  G=graph(TableArchi,TableNodi);
   p =
      plot(G,'XData',CoordinateNodo(:,1),'YData',CoordinateNodo(:,2),'MarkerSize',2);
```

C.2 Proiezione degli edifici sulla rete stradale

```
NodoPartenza=xlsread('nomefile.xlsx');
2  NodoArrivo=xlsread('nomefile.xlsx');
   CoordinateNodo=xlsread('nomefile.xlsx');
4  CoordinateCentroidi=xlsread('nomefile.xlsx');
   Archi=[NodoPartenza,NodoArrivo];
6  N=size(CoordinateCentroidi,1);
   M=size(Archi,1);
8  mX=size(CoordinateNodo,1);
```

```

10 for i=1:N
    distMin=100;
12     for c=1:M
        Nodop=Archi(c,1);
14         Noda=Archi(c,2);
        vector=[CoordinateNodo(Nodop,:);CoordinateNodo(Noda,:)];
16         [ProjPoint, lenght] = ProjectPoint(vector, CoordinateCentroidi(i,:));
        MinX=min(vector(:,1));
18         MaxX=max(vector(:,1));
        MinY=min(vector(:,2));
20         MaxY=max(vector(:,2));
            if ((ProjPoint(1,1) < MinX || ProjPoint(1,1) > MaxX) ||
                (ProjPoint(1,2) < MinY || ProjPoint(1,2) > MaxY))
22                 d=1000;
            else
24                 d=lenght;
            end
26         if d<m
            m=d;
28             tempX=ProjPoint(1,1);
            tempY=ProjPoint(1,2);
30             cPos=c;
            else
32             end
        end
34         CoordinateNodo(mX+1,:)=[tempX,tempY];
        Archi(M+1,1)=Nodop;
36         Archi(M+1,2)=mX+1;
        M=M+1;
38         Archi(M+1,1)=mX+1;
        Archi(M+1,2)=Noda;
40         Archi(cPos,:)=[];
        mX=mX+1;

```

```
42     mY=mY+1;
    [mNodi,nNodi]=size(Archi);
44 end
```

C.3 Straightness

```
NodoPartenza=xlsread('nomefile.xlsx');
2  NodoArrivo=xlsread('nomefile.xlsx');
   Archi=[NodoPartenza,NodoArrivo];
4  CoordinateNodo=xlsread('nomefile.xlsx');
   TableNodi=table(CoordinateNodo(:,1),CoordinateNodo(:,2),'VariableNames',{'Xcoord','Ycoord'});
6  TableArchi=table([Archi(:,1),Archi(:,2)],'VariableNames',{'EndNodes'});
   G=graph(TableArchi,TableNodi);
8  M=size(TableNodi,1);
   CoordN=CoordinateNodo;
10 G.Nodes.Weight(1)=0;
   d=distances(G,'Method','positive');
12 d(~isfinite(d))=0;
   for i=6237:M
14     for j=6237:M
         if d(i,j)~=0 && d(i,j)<600
16             euclidea=hypot(CoordN(i,1)-CoordN(j,1),CoordN(i,2)-CoordN(j,2));
               q=euclidea/d(i,j);
18             G.Nodes.Weight(i)=G.Nodes.Weight(i)+q;
         else;
20         end;
     end
22 end
```

C.4 Betweenness 5T

```
NodoPartenza=xlsread('nomefile.xlsx');
2  NodoArrivo=xlsread('nomefile.xlsx');
   CoordinateNodo=xlsread('nomefile.xlsx');
4  Edifici=xlsread('nomefile.xlsx');
   OD=xlsread('nomefile.xlsx');
6  Archi=[NodoPartenza,NodoArrivo];
   TableNodi=table(CoordinateNodo(:,1),CoordinateNodo(:,2),'VariableNames',{'Xcoord','Ycoord'});
8  TableArchi=table([Archi(:,1),Archi(:,2)],'VariableNames',{'EndNodes'});
   G=graph(TableArchi,TableNodi);
10 G.Nodes.Weight(1)=0;
   M=size(OD,1);
12 PesoFlusso=OD(:,7);
   OD=OD(:,1:2);
14 for i=1:M
    [Iz0,Jz0]=find(EdOD==OD(i,1)); #Vettore edifici origine
16    [IzD,JzD]=find(EdOD==OD(i,2)); #Vettore edifici destinazione
    o=size(Iz0,1);
18    d=size(IzD,1);
        for j=1:o
20            [TR(:,j)] = shortestpathtree(G,Iz0(j,1),IzD(1:d),'OutputForm','cell');
                for k=1:d
22                    a=TR{k};
                    TF=isempty(a);
24                    if TF == 0
                        G.Nodes.Weight(a)=G.Nodes.Weight(a)+PesoFlusso(i);
26                    else;
                        end
28                    end
                clear TR;
30
32    end;
```

end

C.5 Betweenness Configurazionale

```
1  NodoPartenza=xlsread('nomefile.xlsx');
   NodoArrivo=xlsread('nomefile.xlsx');
3  CoordinateNodo=xlsread('nomefile.xlsx');
   Archi=[NodoPartenza,NodoArrivo];
5  TableNodi=table(CoordinateNodo(:,1),CoordinateNodo(:,2),'VariableNames',{'Xcoord','Ycoord'});
   TableArchi=table([Archi(:,1),Archi(:,2)],'VariableNames',{'EndNodes'});
7  G=graph(TableArchi,TableNodi);
   G.Nodes.Weight(1)=0;
9  M=size(TableNodi,1);
   beta=0.1813;
11 G.Nodes.Weight(1)=0;
   for i=1:M
13     for j=1:M
           P=shortestpath(G,i,j,'Method','positive');
15         mP=size(P,2);
           for k=2:mP-1
17             [Q,dist]=shortestpath(G,i,P(k),'Method','positive');
               G.Nodes.Weight(P(k))=G.Nodes.Weight(P(k))+(1/(exp(beta*dist)));
19         end
           end
21 end
```

C.6 Betweenness Shop to Shop

```
1  NodoPartenza=xlsread('nomefile.xlsx');
   NodoArrivo=xlsread('nomefile.xlsx');
3  CoordinateNodo=xlsread('nomefile.xlsx');
   Archi=[NodoPartenza,NodoArrivo];
```

```

5 NegShop=xlsread('nomefile.xlsx');
   TableNodi=table(CoordinateNodo(:,1),CoordinateNodo(:,2),'VariableNames',{'Xcoord','Ycoord'});
7 TableArchi=table([Archi(:,1),Archi(:,2)],'VariableNames',{'EndNodes'});
   G=graph(TableArchi,TableNodi);
9 M=size(C,1);
   beta=0.1813;
11 G.Nodes.Weight(1)=0;
   d=distances(G,'Method','positive');
13 d(~isfinite(d))=0;
   N=size(G.Nodes,1);
15 for i=1:M
       for j=1:M
17         if d(Origine(i),Destinazione(j))~=0 && d(Origine(i),Destinazione(j))<600;
               tmp=shortestpath(G,Origine(i),Destinazione(j),'Method','positive');
19               n=size(tmp,2);
               t=tmp(2:n-1);
21               q=zeros(mN,1);
               q(t)=(1./exp(beta.*d(Origine(i),t)));
23               G.Nodes.Weight(t)=G.Nodes.Weight(t)+q(t);
               else;
25               end;
               end;
27 end

```

Appendice D

Funzione proiezione

```
1 function [ProjPoint, lenght_q] = ProjectPoint(vector,q)
   p0 = vector(1,:);
3   p1 = vector(2,:);
   a = [p1(1) - p0(1), p1(2) - p0(2); p0(2) - p1(2), p1(1) - p0(1)];
5   b = [q(1)*(p1(1) - p0(1)) + q(2)*(p1(2) - p0(2)); p0(2)*(p1(1) - p0(1)) -
        p0(1)*(p1(2) - p0(2))] ;
   ProjPoint = (a\b)';
7   lenght_q = pdist([ProjPoint ; q], 'euclidean');
end
```
