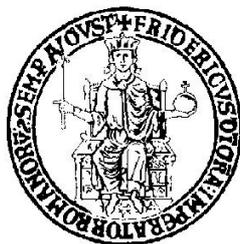


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Dottorato di ricerca in Ingegneria dei Sistemi Civili
XXIX ciclo

Dottorando

Gerardo Carpentieri

Titolo della Ricerca

**Il Governo Integrato Trasporti-Territorio per la sostenibilità
delle aree urbane: Lo sviluppo di una metodologia GIS per
l'analisi spaziale.**

Coordinatore di dottorato

prof. ing. Andrea Papola

Tutor

prof. ing. Rocco Papa

Aprile 2017

*Alla mia amata famiglia e
a tutti coloro che in questi anni
mi hanno dato fiducia e supporto.*



Indice

CAPITOLO 1. IL PROGETTO DI RICERCA	11
1.1 INTRODUZIONE	12
1.2 LA FINALITÀ E GLI OBIETTIVI	13
1.3 LE FASI E I TEMI DELLA RICERCA	14
1.4 I CONTENUTI SIGNIFICATIVI.....	15
BIBLIOGRAFIA CAPITOLO	17
CAPITOLO 2. IL GOVERNO INTEGRATO TRASPORTI-TERRITORIO PER LA SOSTENIBILITÀ DELLE AREE URBANE	19
2.1 COMPLESSITÀ E SOSTENIBILITÀ DEI SISTEMI URBANI	20
2.2 IL GOVERNO INTEGRATO TRASPORTI-TERRITORIO	23
2.3 LE NUOVE TECNOLOGIE GIS	26
2.4 GLI OPEN DATA	28
BIBLIOGRAFIA CAPITOLO	31
CAPITOLO 3. LO SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA GIS PER L'ANALISI SPAZIALE DELLE AREE URBANE	33
3.1 INTRODUZIONE	34
3.2 GLI INDICATORI	35
3.2.1 <i>Gli indicatori di Densità</i>	38
3.2.2 <i>Gli indicatori di Prossimità</i>	38
3.2.3 <i>Gli indicatori di Mix Funzionale</i>	40
3.2.4 <i>Le quotazioni immobiliari</i>	41
3.3 LA CREAZIONE DEL GEODATABASE DEI DATI	43
3.4 LO SVILUPPO DELLA METODOLOGIA GIS	44
BIBLIOGRAFIA CAPITOLO	46
CAPITOLO 4. UN'APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA GIS	48
4.1 IL CASO STUDIO DELLA CITTÀ DI NAPOLI	49
4.1.1 <i>Gli indicatori di Densità</i>	55

4.1.2	<i>Gli indicatori di prossimità</i>	62
4.1.3	<i>Gli indicatori di Mix Funzionale</i>	66
4.1.4	<i>Quotazioni Immobiliari</i>	73
	BIBLIOGRAFIA CAPITOLO	82
CAPITOLO 5.	RISULTATI, CONSIDERAZIONI FINALI E SVILUPPI DI RICERCA	83
5.1	RISULTATI	84
5.2	CONSIDERAZIONI FINALI	86
5.3	SVILUPPI DI RICERCA	88
	BIBLIOGRAFIA CAPITOLO	90

Indice delle Figure

FIGURA 1: EVOLUZIONE DELLA STRUTTURA INSEDIATIVA AL VARIARE DELLA TECNOLOGIA DI TRASPORTO.....	24
FIGURA 2: CONFRONTO TRA LE DIVERSE PERIMETRAZIONI DELLE SEZIONI CENSUARIE FORNITE DALL'ISTAT PER I CENSIMENTI DEL 1991, 2001 E 2011.	37
FIGURA 3: SCHERMATA DELL'INTERFACCIA GRAFICA DEL PORTALE WEB GEOPOI DELL'AGENZIA DELLE ENTRATE.	42
FIGURA 4: STRUTTURA DI UNO DEI MODEL BUILDER SVILUPPATI IN ARCGIS PER IL CALCOLO DEGLI INDICATORI.	44
FIGURA 5: LOGO DEL TOOL GIS CHE IMPLEMENTA LA METODOLOGIA DI ANALISI SPAZIALE SVILUPPATA.	45
FIGURA 6: TERRITORIO COMUNALE DELLA CITTÀ DI NAPOLI CON LA PERIMETRAZIONE DEI DIVERSI QUARTIERI.	49
FIGURA 7: INFRASTRUTTURE SU FERRO E AREE DI STAZIONI LOCALIZZATE NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI.	51
FIGURA 8: SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI NELLE QUATTRO FASCE URBANE INDIVIDUATE DALL'AGENZIA DELLE ENTRATE.	53
FIGURA 9: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLA DENSITÀ DI POPOLAZIONE RESIDENTE NELL'INTERO COMUNE DI NAPOLI E LE LINEE DI TRASPORTO SU FERRO PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI.	55
FIGURA 10: VARIAZIONE DELLA DENSITÀ DI POPOLAZIONE RESIDENTE NELLE DIFFERENTI FASCE URBANE DEL COMUNE DI NAPOLI.....	55
FIGURA 11: VARIAZIONE DENSITÀ DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE PER LA STAZIONE DI VANVITELLI TRA IL 1991 E IL 2011. 57	
FIGURA 12: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLA DENSITÀ DI ADDETTI NELL'INTERO COMUNE DI NAPOLI E LE AREE DI STAZIONE SERVITE DALLE LINEE DI TRASPORTO SU FERRO PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI.	58
FIGURA 13: VARIAZIONE DELLA DENSITÀ DEGLI ADDETTI IN ALCUNE DELLE STAZIONI DELLA LINEA 1 LOCALIZZATE NELLA FASCIA SEMI-CENTRALE.	58
FIGURA 14: VARIAZIONE DENSITÀ DI ADDETTI PER LA STAZIONE DI MERGELLINA DELLA LINEA 6 TRA IL 1991 E IL 2011.	59
FIGURA 15: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLA DENSITÀ DI UNITÀ LOCALI NELLE AREE DI STAZIONE SERVITE DALLE LINEE DI TRASPORTO SU FERRO PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI.	60
FIGURA 16: VARIAZIONE DELLA DENSITÀ DI UNITÀ LOCALI PER LE CINQUE FASCE E PER L'INTERO COMUNE DI NAPOLI.	60
FIGURA 17: DENSITÀ MEDIA DELLE UNITÀ LOCALI NELLE AREE DI STAZIONE DELLA LINEA 2 DAL 1991 AL 2011.....	60
FIGURA 18: VARIAZIONE DELLA DENSITÀ DI UNITÀ LOCALI PER LA STAZIONE DI CORSO VITTORIO EMANUELE DELLA LINEA CUMANA TRA IL 1991 E 2011.....	61
FIGURA 19: VARIAZIONE DELL'INDICATORE DI JOB-HOUSING NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI DAL 1991 AL 2011....	66
FIGURA 20: VARIAZIONE DELL'INDICATORE DI LAND USE MIX 1 NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI DAL 1991 AL 2011.	68
FIGURA 21: VARIAZIONE DELL'INDICATORE DI LAND USE MIX 2 NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI DAL 1991 AL 2011.	71

FIGURA 22: VARIAZIONE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI DEGLI IMMOBILI RESIDENZIALI LOCALIZZATI NELLE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE FERROVIARIE URBANE PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNE DI NAPOLI.....	74
FIGURA 23: VARIAZIONE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI DEGLI IMMOBILI RESIDENZIALI LOCALIZZATI NELLE AREE DI STAZIONE DELLA LINEA FERROVIARIA URBANA CIRCUMFLEGREA.	74
FIGURA 24: VARIAZIONE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI COMMERCIALI LOCALIZZATI NELLE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE FERROVIARIE URBANE PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI.	76
FIGURA 25: VARIAZIONE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI COMMERCIALI LOCALIZZATI NELLE AREE DI STAZIONE DELLA LINEA FERROVIARIA URBANA CIRCUMFLEGREA.	76
FIGURA 26: VARIAZIONE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI A DESTINAZIONE D'USO TERZIARIA LOCALIZZATI NELLE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE FERROVIARIE URBANE PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNE DI NAPOLI.....	78
FIGURA 27: VARIAZIONE QUOTAZIONI DEGLI IMMOBILI A DESTINAZIONE D'USO TERZIARIA LOCALIZZATI NELLE STAZIONI DELLA LINEA CIRCUMFLEGREA.	78
FIGURA 28: VARIAZIONE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI DESTINATI ALLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE LOCALIZZATI NELLE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE FERROVIARIE URBANE PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNE DI NAPOLI.....	80
FIGURA 29: VARIAZIONE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI DESTINATI ALLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE PER LE STAZIONI DI PISCINOLA, CHIAIANO, FRULLONE.	80

Indice delle Tabelle

TABELLA 1: INDICATORI SELEZIONATI PER IL CALCOLO DELLE VARIAZIONI SOCIO-ECONOMICHE.	36
TABELLA 2: DATI UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEGLI INDICATORI.	43
TABELLA 3: DATI RELATIVI ALLE INFRASTRUTTURE SU FERRO URBANE E ALLE CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE PER LE AREE DI STAZIONE LOCALIZZATE NEL COMUNE DI NAPOLI CALCOLATI TRAMITE ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AL CENSIMENTO POPOLAZIONE E ABITAZIONI ISTAT DEL 2011.	52
TABELLA 4: SONO RIPORTATI I DATI AL 2011 RELATIVI ALLE QUATTRO FASCE URBANE INDIVIDUATE NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI (ELABORAZIONE DATI ISTAT, 2011).	54
TABELLA 5: DENSITÀ DI POPOLAZIONE RELATIVA ALLE AREE DI STAZIONE DELLA LINEA 1.	56
TABELLA 6: DENSITÀ MEDIA E VARIAZIONE PERCENTUALE DEGLI ADDETTI NELLE AREE DI STAZIONE DELLA LINEA 6.	58
TABELLA 7: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DI POPOLAZIONE RESIDENTE E LA VARIAZIONE DELL'INDICE DI PROSSIMITÀ TRA IL 1991 E 2011 PER LE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE FERROVIARIE URBANE PRESENTI NEL COMUNE DI NAPOLI.	62
TABELLA 8: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DI POPOLAZIONE RESIDENTE E LA VARIAZIONE DELL'INDICATORE DI PROSSIMITÀ TRA IL 1991 E 2011 PER LE AREE DI STAZIONE DELLA LINEA 2.	63
TABELLA 9: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DEGLI ADDETTI E LA VARIAZIONE DELL'INDICE DI PROSSIMITÀ TRA IL 1991 E 2011 PER LE LINEE FERROVIARIE URBANE PRESENTI NEL COMUNE DI NAPOLI.	63
TABELLA 10: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DI ADDETTI E L'INDICE DI PROSSIMITÀ TRA IL 1991 E 2011 PER LE STAZIONI DELLA LINEA 2.	64
TABELLA 11: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE UNITÀ LOCALI E LA VARIAZIONE DELL'INDICE DI PROSSIMITÀ TRA IL 1991 E 2011 PER LE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE FERROVIARIE URBANE PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI.	65
TABELLA 12: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE UNITÀ LOCALI E LA VARIAZIONE DELL'INDICATORE DI PROSSIMITÀ TRA IL 2001 E 2011 PER LE AREE DI STAZIONE DELLA LINEA 2. ⁺ STAZIONE D'INTERSCAMBIO.	65
TABELLA 13: VARIAZIONE DEL L'INDICATORE DI JOB-HOUSING NELLE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE DI TRASPORTO SU FERRO, PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI E NELLE QUATTRO FASCE URBANE.	67
TABELLA 14: VARIAZIONE DEL L'INDICATORE DI JOB-HOUSING NELLE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE CUMANA.	67
TABELLA 15: VARIAZIONE DEL L'INDICATORE DI LAND USE MIX 1 NELLE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE DI TRASPORTO SU FERRO, PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI.	69
TABELLA 16: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE LAND USE MIX 1 PER LE STAZIONI DELLA LINEA 1 E LE FASCE URBANE DAL 1991 AL 2011.	69
TABELLA 17: VARIAZIONE DEL L'INDICATORE DI LAND USE MIX 2 NELLE AREE DI STAZIONE DELLE LINEE DI TRASPORTO SU FERRO, PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI NAPOLI.	71

TABELLA 18: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE LAND USE MIX 2 PER LE STAZIONI DELLA LINEA 2 E LE FASCE URBANE TRA IL 1991 E 2011.....	72
TABELLA 19: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI RESIDENZIALI PER LE SINGOLE LINEE SU FERRO URBANE CHE INTERESSANO IL COMUNE DI NAPOLI.	74
TABELLA 20: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE QUOTAZIONI IMMOBILIARI DEGLI IMMOBILI RESIDENZIALI PER ALCUNE STAZIONI DELLA LINEA CIRCUMVESUVIANA LOCALIZZATE NEL QUARTIERE PONTICELLI.	75
TABELLA 21: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE QUOTAZIONI DEGLI IMMOBILI COMMERCIALI NELL'INTERVALLO TEMPORALE DI RIFERIMENTO.....	76
TABELLA 22: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE QUOTAZIONI DEGLI IMMOBILI COMMERCIALI PER ALCUNE STAZIONI DELLA LINEA 2.....	77
TABELLA 23: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE QUOTAZIONI DEGLI IMMOBILI A DESTINAZIONE D'USO TERZIARIA.	78
TABELLA 24: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE QUOTAZIONI DEGLI IMMOBILI A DESTINAZIONE D'USO TERZIARIA PER LE STAZIONI DELLA LINEA CIRCUMVESUVIANA.....	79
TABELLA 25: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE QUOTAZIONI DEGLI IMMOBILI AD USO PRODUTTIVO.	80
TABELLA 26: CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE DELLE QUOTAZIONI DEGLI IMMOBILI AD USO PRODUTTIVO PER LE STAZIONI DELLA LINEA CIRCUMVESUVIANA.....	81

CAPITOLO 1. IL PROGETTO DI RICERCA

1.1 Introduzione

Il lavoro di ricerca si inserisce nel filone scientifico del Governo Integrato Trasporti-Territorio per la sostenibilità delle aree urbane. Le relazioni tra l'organizzazione spaziale del sistema urbano e i sistemi di trasporto sono molto complesse e non ancora completamente analizzate (van Wee, 2002; Wegener & Fürst, 2004). In questo ambito, molti aspetti sono ancora da approfondire, in relazione ai fattori che condizionano le relazioni tra questi due sottosistemi, come ad esempio l'utilizzo sostenibile della risorsa suolo, gli effetti della transizione verso sistemi di trasporto meno inquinanti, la crisi economica e le questioni connesse alla necessità di una maggiore equità dei trasporti (Te Brömmelstroet & Bertolini, 2010).

Negli ultimi decenni il costante incremento della popolazione urbana ha determinato una domanda di nuovi spazi adattati. Per soddisfare questa crescente "domanda insediativa", sono state urbanizzate, in molti casi, nuove aree caratterizzate da una bassa densità insediativa, da una spiccata monofunzionalità di attività e dalla carenza di servizi e di infrastrutture (Brueckner, 2000). La diffusione di questa tipologia insediativa è stata favorita anche dalla diffusione dei mezzi di trasporto privato, che hanno consentito una maggiore libertà di spostamento ai singoli individui, provocando numerosi impatti negativi sulla collettività e sull'ambiente (Johnson, 2001; Rocco Papa & Mazzeo, 2014).

Le dinamiche demografiche, economiche e soprattutto insediative hanno influito sull'evolversi della struttura fisica e morfologica delle aree urbane, con ripercussioni negative anche per gli attori presenti in questi territori: (i) un insostenibile uso della risorsa suolo e di altre risorse non rinnovabili, l'immissione nell'ambiente di quantità elevate di inquinanti che hanno generato conseguenze negative locali e globali (Travisi, Camagni, & Nijkamp, 2010); (ii) fenomeni di disparità ed esclusione sociale legati alla impossibilità di accesso a determinati servizi ed opportunità in particolar modo per i ceti sociali più svantaggiati (Lucas, 2012).

Per ridurre queste ripercussioni negative, i decisori politici, i ricercatori e i tecnici stanno cercando, già da alcuni anni, di orientare le scelte di assetto urbano e territoriale futuro verso nuove soluzioni in grado di garantire una maggiore sostenibilità economica, sociale ed ambientale tramite l'integrazione delle politiche d'uso del suolo e dei trasporti. Come viene evidenziato nella recente letteratura scientifica, le politiche di sviluppo integrato risultano

essere uno degli elementi chiave per garantire maggiore equità e sostenibilità agli interventi di sviluppo urbano (E. Papa & Pagliara, 2006; Duncan, 2010a; Ratner & Goetz, 2013). In tal senso, la realizzazione di nuove linee di trasporto a livello urbano o la riqualificazione fisica e funzionale di quelli già esistenti, tramite il miglioramento dei livelli di accessibilità, con la realizzazione anche di nuovi interventi sull'uso del suolo, nell'intorno dei nodi di trasporto, caratterizzati da un alto mix funzionale, adeguati parametri d'intensità d'uso del suolo e da un'alta qualità anche architettonica degli interventi costituiscono esempi di interventi di trasformazione urbana ormai diffusi in tutte le diverse aree del pianeta (Coppola & Nuzzolo, 2011; E. Papa & Coppola, 2012; Bonotti, Rossetti, Tiboni, & Tira, 2015).

Ad oggi, anche se è ormai consolidata la consapevolezza da parte dei decisori della necessità di dover impiegare modalità d'intervento che siano in grado d'integrare le politiche di trasformazione dell'uso del suolo con quelle di sviluppo dei sistemi di trasporto, nella pratica non sono ancora ben chiari i ruoli e i contributi richiesti agli specifici settori (urbanistica e scienze del territorio, ingegneria dei trasporti, ...), né sono definiti in maniera precisa i limiti e le modalità di attuazione di tale integrazione.

Alla luce di queste premesse, risulta evidente la necessità di sviluppare nuovi approcci e mettere a punto strumenti allo studio delle interazioni tra i domini della mobilità e dell'uso del suolo, in grado di quantificare gli impatti generatisi a seguito della realizzazione di interventi integrati Trasporti-Territorio.

1.2 La Finalità e gli Obiettivi

Le metodologie di analisi che si occupano di valutare gli impatti derivanti dalla realizzazione di nuovi interventi di trasformazione urbana si distinguono in due principali categorie che sono: *Ex-ante* e *Ex-post*. I primi cercano di fornire una previsione degli impatti che si possono generare a seguito di interventi di trasformazione che dovranno essere realizzati (modelli di previsione) al fine di giustificare le scelte da intraprendere. I secondi di valutare gli impatti dei progetti che sono stati già realizzati al fine di verificare se gli interventi realizzati hanno generato gli impatti previsti. In realtà i due approcci sono legati in quanto gli studi *ex-post* possono anche essere utilizzati per la definizione di successive proposte *ex-ante* (Rietveld & Bruinsma, 2012).

Partendo da queste considerazioni, la finalità di questo lavoro di ricerca è di definire e quantificare gli impatti sull'uso del suolo e sui sistemi socio-economici verificatisi in seguito all'applicazione di politiche di sviluppo integrato Trasporti-Territorio, in modo da poter supportare i decisori nella valutazione dello stato di attuazione delle politiche di sviluppo integrato già avviate. Questo consentirà ai decisori e ai tecnici di avere adeguata conoscenza delle dinamiche evolutive, al fine di facilitare la localizzazione e la tipologia di interventi da poter realizzare nelle successive fasi.

In particolare, l'obiettivo è mettere a punto una procedura standardizzata di analisi spaziale ex-post, in ambiente GIS, in grado di quantificare gli impatti sull'uso del suolo e sulla struttura socio-economica nelle aree di stazione, a livello macro e micro, che si sono verificati a seguito dell'integrazione tra la realizzazione sia di nuove linee e stazioni di trasporto su ferro urbano sia d'interventi di riqualificazione e trasformazione urbana.

Un ulteriore obiettivo di questo lavoro consiste nell'applicazione della metodologia sviluppata, al fine di verificarne l'efficacia, al territorio comunale della città di Napoli. La scelta di questo contesto urbano è motivata oltre che dall'elevata complessità della struttura urbana e sociale, anche dalle scelte di governo delle trasformazioni urbane adottate dalle amministrazioni locali e regionali, che negli ultimi decenni hanno orientato le politiche di sviluppo urbano verso l'impiego di un approccio di tipo integrato Trasporti-Territorio (E. Papa & Pagliara, 2006; Cascetta, Carteni, & Carbone, 2013).

1.3 Le Fasi e i Temi della ricerca

La ricerca è stata articolata in tre fasi principali che corrispondono, ciascuna, all'elaborazione di un capitolo della tesi. Le principali fasi di lavoro svolte nel corso del ciclo di dottorato sono di seguito elencate e descritte:

- Fase 1) **Lo Stato dell'Arte:** Lo studio della letteratura scientifica di riferimento inerente il tema dell'integrazione Trasporti-Territorio nelle aree urbane e l'impiego dei nuovi strumenti GIS al Governo delle Trasformazioni Urbane e Territoriali;
- Fase 2) **La Metodologia:** La definizione di una metodologia per l'analisi spaziale in ambiente GIS, in grado di quantificare gli impatti sull'uso del suolo e socio-

economici, che si sono generati in seguito ad interventi di trasformazione urbana integrati Trasporti-Territorio;

Fase 3) **L'Applicazione:** L'individuazione e l'analisi dell'area di studio della città di Napoli, al fine di testare la procedura sviluppata e di studiare lo stato d'avanzamento delle politiche di sviluppo integrato e i possibili interventi futuri.

In ognuno dei tre capitoli sono descritti tutti i riferimenti teorici e le operazioni tecnico-procedurali sviluppate che hanno portato al completamento del lavoro di ricerca svolto.

1.4 I contenuti significativi

Questo lavoro di ricerca propone alcune innovazioni di tipo metodologico e analitico-procedurale, rispetto ai più recenti studi in tema di quantificazione degli impatti sull'uso del suolo e i sistemi socio socio-economici generatisi in seguito all'applicazione di politiche integrate Trasporti-Territorio (Banister & Thurstain-Goodwin, 2011; Hidalgo, Pereira, Estupiñán, & Jiménez, 2013). Nel dettaglio le innovazioni proposte dalla metodologia sviluppata sono:

- (i) L'individuazione, tramite lo studio della letteratura scientifica di riferimento, di un ampio set di indicatori, in grado di quantificare, nello spazio e nel tempo, gli impatti sull'uso del suolo e sui sistemi socio-economici nelle aree di stazione delle linee su ferro urbane (linee ferroviarie urbane e metropolitane) localizzate nel territorio di analisi selezionato. Nello specifico sono stati selezionati tredici indicatori, suddivisi in quattro macro gruppi (Densità, Prossimità, Mix Funzionale e Quotazioni Immobiliari) che tramite utilizzo di Open Data alfanumerici e spaziali, consentono di quantificare gli impatti che si sono generati;
- (ii) L'elevato livello di dettaglio territoriale dei dati calcolati tramite la metodologia, che consente di analizzare i risultati rispetto a quattro differenti unità spaziali di riferimento (area di studio, network, linea, stazione e cella). È stato possibile ottenere questo livello di dettaglio, grazie alla messa a punto, in ambiente GIS, di una complessa procedura di calcolo (numerico-spaziale) che consente di elaborare e di confrontare i dati (alfanumerici e spaziali) appartenenti a diversi istanti temporali e a diverse unità spaziali di aggregazione, rispetto ad un'unità

spaziale standardizzata di dimensioni micro, individuata da un esagono regolare di lato 50 m;

- (iii) La messa a punto di un tool in ambiente GIS che consente agli studiosi e ai tecnici di applicare la metodologia sviluppata anche ad altre aree urbane interessate da interventi integrati, al fine di supportare i decisori nelle scelte future di governo delle trasformazioni urbane e territoriali. In quanto tramite una lettura e un'analisi dei risultati, calcolati tramite l'applicazione del tool, sarà possibile individuare le aree urbane dove realizzare nuovi interventi di tipo integrato volti a migliorare la sostenibilità urbana.

Bibliografia Capitolo

- Fistola, R., & Papa, R. (1998). *Urbanistica e città digitale. Il governo del sistema funzionale nella città del XXI secolo: il caso Napoli*. Paper presented at the XIX Conferenza Italiana di Scienze Regionali: Le regioni interne d'Europa: strategie e strumenti per l'integrazione, L'Aquila.
- Ryan, S. (1999). Property values and transportation facilities: finding the transportation-land use connection. *Journal of planning literature*, 13(4), 412-427.
- Brueckner, J. K. (2000). Urban sprawl: diagnosis and remedies. *International regional science review*, 23(2), 160-171.
- MacDonald, A. (2001). *Building a geodatabase: ESRI Redlands*.
- Stead, D., & Marshall, S. (2001). The relationships between urban form and travel patterns. An international review and evaluation. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 1(2), 113-141.
- Cervero, R. (2001). Efficient urbanisation: economic performance and the shape of the metropolis. *Urban studies*, 38(10), 1651-1671.
- Johnson, M. P. (2001). Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda. *Environment and planning A*, 33(4), 717-735.
- van Wee, B. (2002). Land use and transport: research and policy challenges. *Journal of Transport Geography*, 10(4), 259-271. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6923\(02\)00041-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6923(02)00041-8)
- Napoli, C. d. (2003). *Piano delle 100 stazioni*.
- Wegener, M., & Fürst, F. (2004). Land-use transport interaction: state of the art.
- Ritsema van Eck, J., & Koomen, E. (2008). Characterising urban concentration and land-use diversity in simulations of future land use. *The Annals of Regional Science*, 42(1), 123-140. doi:10.1007/s00168-007-0141-7
- Te Brömmelstroet, M., & Bertolini, L. (2010). Integrating land use and transport knowledge in strategy-making. *Transportation*, 37(1), 85-104.
- Travisi, C. M., Camagni, R., & Nijkamp, P. (2010). Impacts of urban sprawl and commuting: a modelling study for Italy. *Journal of Transport Geography*, 18(3), 382-392.
- Papa, R. (2010). *Napoli 2011 Città in trasformazione* (M. Electa Ed.). Milano.
- Duncan, M. (2010a). The impact of transit-oriented development on housing prices in San Diego, CA. *Urban studies*.
- Olaru, D., Smith, B., & Taplin, J. H. (2011). Residential location and transit-oriented development in a new rail corridor. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(3), 219-237.
- Cervero, R., & Kang, C. D. (2011). Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. *Transport Policy*, 18(1), 102-116. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.06.005>
- Coppola, P., & Nuzzolo, A. (2011). Changing accessibility, dwelling price and the spatial distribution of socio-economic activities. *Research in transportation economics*, 31(1), 63-71.
- Lucas, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy*, 20, 105-113. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.013>

- Papa, E., & Coppola, P. (2012). Gravity-based accessibility measures for integrated transport-land use planning (GraBAM). *COST Action TU1002–Accessibility Instruments for Planning Practice*. COST Office.
- Ratner, K. A., & Goetz, A. R. (2013). The reshaping of land use and urban form in Denver through transit-oriented development. *Cities*, 30, 31-46.
- Cascetta, E., Carteni, A., & Carbone, A. (2013). The quality in public transportation. The Campania regional metro system. *Ingegneria Ferroviaria*, 68(3), 241-261.
- Papa, R., & Mazzeo, G. (2014). *Characteristics of Sprawl in the Naples Metropolitan Area. Indications for Controlling and Monitoring Urban Transformations*. Paper presented at the International Conference on Computational Science and Its Applications.

CAPITOLO 2. IL GOVERNO INTEGRATO TRASPORTI-
TERRITORIO PER LA SOSTENIBILITÀ DELLE AREE
URBANE

2.1 Complessità e Sostenibilità dei Sistemi Urbani

Nello studio della città e più in generale delle aree urbanizzate, è ormai univocamente condiviso l'impiego di un approccio di tipo sistemico-processuale che consente di leggere la città non solo come un "fenomeno fisico" ma anche come un "fenomeno funzionale" (Papa, 1992). Nel corso degli anni si è giunti all'utilizzo di questo approccio, grazie all'impiego della Teoria Generale dei Sistemi (TGS) (Von Bertalanffy, 1968), il cui paradigma interpretativo ha consentito di interpretare la città nel suo complesso come un sistema spaziale, dinamico e caratterizzato da un'elevata complessità (Batty, 2009; Rocco Papa, 2009).

Attraverso questo approccio, la città può essere considerata come un sistema aperto che interagisce con gli altri sistemi esterni e che è a sua volta costituito da un insieme di sottosistemi che interagiscono tra di loro tramite delle relazioni. Applicando tale paradigma interpretativo, è evidente che maggiore sarà la dimensione del sistema urbano considerato, più ampio sarà il numero di elementi e relazioni che lo compongono. Va inoltre sottolineata l'estrema complessità dei sistemi urbani, che sono interessati da eventi estremamente mutevoli. Tali fenomeni restano difficilmente riconducibili ad una ed una sola causa, ma essi sono quasi sempre l'espressione di più concause di difficile lettura, alla quale si aggiunge l'incapacità di controllare e gestire questi fenomeni, dovuta anche all'inadeguatezza delle procedure e dell'efficacia degli strumenti adottati (Gargiulo, 2009).

Un primo aspetto da considerare per far fronte a tali problematiche del governo dei sistemi urbani è l'individuazione delle caratteristiche dei singoli elementi che costituiscono un sistema urbano, in modo da consentire un miglior approfondimento delle attività e delle funzioni ad essi coniugati. L'impiego di questi approcci sistemici ai processi di urbanizzazione è, inoltre, reso estremamente attuale, in quanto negli ultimi decenni le aree urbane sono state interessate da una veloce crescita, che nel corso della prima decade del nuovo millennio ha portato la popolazione urbana al superamento della popolazione residente nelle aree rurali. La popolazione mondiale residente in aree urbane è circa il 54% e le più recenti previsioni suggeriscono che entro il 2050 oltre il 66% della popolazione mondiale risiederà in aree urbane (Bank, 2015).

Questa continua crescita della popolazione urbana rende sempre meno trascurabile lo studio delle conseguenze negative che questo fenomeno sta generando, soprattutto sulle

componenti ambientali e sociali (Tiboni & Rossetti, 2012). Uno degli aspetti più preoccupanti legati allo sviluppo urbano è, inoltre, il reperimento delle risorse necessarie al loro sostentamento e sviluppo.

In passato, si sono già verificati alcuni eventi critici a seguito di temporanee difficoltà nel reperimento di risorse, attualmente indispensabili alla vita (ad esempio la crisi petrolifera del 1973). Il verificarsi di questi eventi ha sviluppato una maggiore consapevolezza nell'approvvigionamento e nell'impiego delle risorse, che ha generato anche ad una maggiore sensibilità nella salvaguardia della componente ambientale. Uno dei primi documenti internazionali che ha affrontato questa tematica è il *Rapporto Brundtland*. Nel 1983, l'Assemblea generale delle Nazioni Unite affidò alla Commissione Mondiale sull'Ambiente e Sviluppo (World Commission on Environment and Development, WCED) composta da rappresentanti di 21 paesi, la redazione di un rapporto sulla situazione mondiale dell'ambiente e dello sviluppo: "Our Common Future", più comunemente detto Rapporto Brundtland, dal nome del primo ministro norvegese Gro Harlem Brundtland che presiedeva la Commissione. Il documento venne presentato il 4 agosto del 1987, con l'obiettivo di proporre una nuova visione del rapporto tra lo sviluppo e la salvaguardia della componente ambientale, non vincolata ad una crescita zero, ma ad un nuovo modo di intendere lo sviluppo in forma più attenta e razionale. Il rapporto evidenziava la necessità di attuare una strategia in grado di integrare le esigenze dello sviluppo, con la necessità di salvaguardare la componente ambiente. Tale analisi, tenendo conto della crescita economica, della lotta alla povertà e dell'affermazione dell'interdipendenza globale, ha portato alla formulazione del concetto di sviluppo sostenibile. Quest'ultimo è genericamente definito come una forma di sviluppo che consente alle attuali generazioni di soddisfare i propri bisogni e le proprie aspirazioni, senza compromettere i bisogni e le aspettative delle generazioni future (WCED,1987). Successivamente nel 1991 Daly è giunto alla formulazione di quattro principi operativi alla base della sostenibilità che sono:

- 1) *The main principle is to limit the human scale (throughput) to a level which, if not optimal, is at least within carrying capacity and therefore sustainable The following principles aim at translating this general macro level constraint to micro level rules;*
- 2) *Technological progress for sustainable development should be efficiency-increasing rather than throughput-increasing ...*

- 3) *Renewable resources, in both their source and sink functions, should be exploited on a profit-maximising sustained yield basis and in general not driven to extinction ... Specifically this means that: (a) harvesting rates should not exceed regeneration rates; and (b) waste emissions should not exceed the renewable assimilative capacity of the environment.*
- 4) *Nonrenewable resources should be exploited, but at a rate equal to the creation of renewable substitutes ...*

Le indicazioni contenute nel *Rapporto Brundtland*, negli anni successivi alla sua pubblicazione, sono state ulteriormente approfondite e si sono concretizzate in leggi e documenti programmatici.

Il primo incontro internazionale organizzato per la definizione di concrete strategie per far fronte al degrado ambientale e il coordinamento degli sforzi dei singoli paesi, è stata la conferenza ONU, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992. Il lavoro svolto dai delegati ha consentito l'avvio ai programmi di risanamento ambientale e la definizione dei principi su cui basare le politiche di sviluppo sostenibile nazionali ed internazionali. Il lavoro svolto nel corso della conferenza Rio ha portato alla stesura di due documenti, il primo la *Dichiarazione di Rio* in cui sono enunciati i ventisette principi guida rivolte alle nazioni, il secondo documento l'*Agenda 21* definisce un programma di azioni volto a perseguire la sostenibilità dello sviluppo, delineando i criteri a cui devono attenersi le politiche di sviluppo globale, nazionale e locale. Uno degli aspetti significativi che emerge dal secondo documento è l'importanza del ruolo che i contesti locali, e le città in particolare, ricoprono nel poter ri-orientare il modello di sviluppo verso principi di maggiore sostenibilità. In quanto le città da un lato, rappresentano il luogo della massima insostenibilità dell'attuale modello di sviluppo, dall'altra, in essa si concentrano risorse culturali tecnologiche e finanziarie tali da poter supportare processi innovativi mirati a invertire le tendenze in atto (Galderisi, 2009).

A livello europeo, per dare attuazione in sede locale alle indicazioni dell'*Agenda 21*, la prima conferenza è stata organizzata ad Aalborg nel 1992, Conferenza Europea sulle città sostenibili. Al termine dei lavori è stata redatta la *Carta di Aalborg*, che rappresenta un primo passo verso l'attuazione in sede locale dell'*Agenda 21*. Il documento sottoscritto da oltre 300 autorità locali, ha definito i principi base in grado di orientare lo sviluppo sostenibile delle città e gli indirizzi per i piani d'azione locale.

Successivamente sono seguite a questi documenti generali, una serie di comunicazioni e direttive europee che nel dettaglio hanno fornito informazioni agli stati e alle autorità locali sul come procedere all'attuazione delle politiche volte a migliorare la sostenibilità delle politiche di sviluppo urbano.

2.2 Il Governo Integrato Trasporti-Territorio

Al fine di orientare le scelte legate al governo delle trasformazioni urbane e territoriali verso una maggiore sostenibilità ed equità, vi è la necessità di tener conto che i processi di trasformazione che hanno caratterizzato l'evoluzione della forma e della struttura delle aree urbane nel corso del tempo, sono state influenzate in maniera significativa dall'evoluzione dei mezzi di trasporto (P. W. Newman & Kenworthy, 1996; Camagni, Gibelli, & Rigamonti, 2002). Alla fine del XIX secolo, la costruzione di nuove infrastrutture di trasporto su ferro, come linee tram e linee metropolitane, hanno favorito l'insediamento di nuove attività e servizi al di fuori dei nuclei storici. Questo ha favorito lo sviluppo di nuovi insediamenti in aree periferiche localizzate in prossimità dei nuovi nodi di trasporto. Quindi uno dei principali fattori che ha inciso su questo fenomeno localizzativo è stato la riduzione dei tempi di spostamento, che ha consentito a beni e persone di percorrere maggiori distanze riducendo i tempi e i costi di spostamento (Muller, 2004). Successivamente, con l'invenzione e la diffusione su larga scala dei mezzi di trasporto privati, come l'auto, si è accelerato ulteriormente il processo di sviluppo urbano decentrato. In quanto, questa nuova tipologia di mezzi di trasporto, ha garantito una ulteriore significativa riduzione dei tempi e dei costi individuali di spostamento e una maggiore indipendenza dei singoli individui. Inoltre, ulteriori fattori che ha favorito la localizzazione decentrata delle attività, sono anche i bassi costi di acquisto e di trasformazione delle aree periferiche, in precedenza utilizzate per lo svolgimento delle attività rurali. Questo ha generato fenomeni di dispersione insediativa, che hanno contribuito, ad una espansione incontrollata nelle aree periferiche.

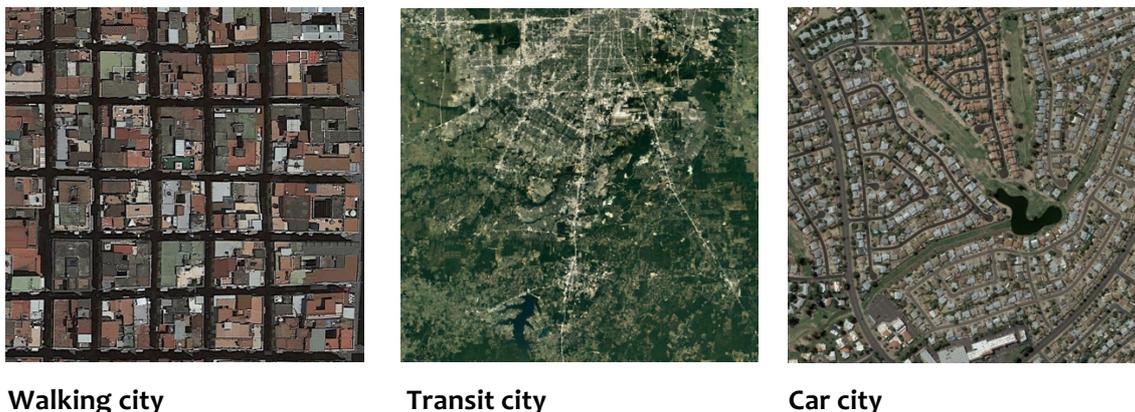


Figura 1: Evoluzione della struttura insediativa al variare della tecnologia di trasporto.

Quindi le principali caratteristiche fisico-funzionali che contraddistinguono questa tipologia di aree urbane sono i bassi valori di densità insediativa, la scarsa presenza di servizi/infrastrutture e il consumo di ampie porzioni di territorio, precedentemente non urbanizzate (P. Newman & Kenworthy, 2006). Comunemente a questa tipologia insediativa è assegnata la denominazione di sprawl urbano, che è definita come una particolare forma insediativa, localizzata prevalentemente in aree periferiche, caratterizzata da insediamenti a bassa densità (residenziale e non residenziale), con uno scarso mix funzionale delle attività e con un utilizzo quasi esclusivo di mezzi di spostamento privati (USHUD, 1999; R. H. Ewing, 2008). Queste caratteristiche rendono lo sprawl urbano una forma d'uso del suolo poco compatibile con le attuali esigenze di sviluppo urbano che prevedono l'impiego di forme d'uso del suolo che siano in grado di garantire un'adeguata sostenibilità ambientale, economica e sociale agli interventi di trasformazione (Hogan & Ojima, 2008) (Brueckner, 2000). Inoltre, questo forte divario fisico e funzionale tra la struttura insediativa delle aree centrali e delle aree periferiche, ha generato nel tempo numerose negatività di natura sociale, economica e ambientale che hanno inciso significativamente sulla capacità dei sistemi urbani di far fronte alle continue sfide evolutive.

Per favorire una riconnessione in chiave sostenibile tra le aree centrali e le aree periferiche, in molti contesti urbani, le autorità politiche con il supporto degli studiosi e dei tecnici, hanno cercato di avviare un'integrazione tra gli investimenti di realizzazione di nuove linee urbane su ferro e il recupero-sviluppo delle aree limitrofe ai nodi di stazione (Cervero & Landis, 1997). A supportare tali politiche integrate, negli ultimi anni, numerosi studi hanno dimostrato, dal punto di vista qualitativo e quantitativo, che il miglioramento dei livelli di accessibilità ottenuti

in seguito alla realizzazione d'interventi sull'offerta di trasporto pubblico e sulla struttura urbana, possono determinare un incremento della competitività dei sistemi urbani, generando una ridistribuzione funzionale delle attività sul territorio (Bertolini, Le Clercq, & Kapoen, 2005; van Wee & Geurs, 2016). E' ormai riconosciuto, in ambito scientifico e tecnico-operativo, come la qualità e gli effetti positivi degli interventi di trasformazione urbana può migliorare grazie all'integrazione tra politiche di sviluppo urbane e politiche dei trasporti, tramite il superando di una pianificazione mono-settoriale (Banister, 2008), in cui le scelte di trasformazione dei trasporti sono interconnesse alle scelte di trasformazione urbana (Curtis, Renne, & Bertolini, 2009). Diverse esperienze internazionali hanno dimostrato che, se opportunamente inserite in strategie di sviluppo integrate, gli interventi sulle infrastrutture di trasporto hanno la potenzialità di innescare processi di recupero e di riqualificazione urbana (Suzuki, Cervero, & Iuchi, 2013). In particolare, in questa tipologia d'intervento hanno un ruolo chiave i nodi di stazioni, che costituiscono i punti d'interconnessione tra l'infrastruttura di trasporto e il territorio (Guerra, Cervero, & Tischler, 2012). L'apertura di nuove stazioni o la loro riqualificazione può costituire una fondamentale occasione per l'avvio di processi di rivalutazione delle aree, che incidendo significativamente su un incremento dei valori immobiliari, sull'attrattività insediativa dei luoghi e quindi sulle scelte localizzative delle attività (Pagliara & Papa, 2011; Calvo, de Oña, & Arán, 2013).

Un aspetto da non sottovalutare, nella fase di programmazione degli interventi, è la possibilità che si verifichino anche conseguenze negative connesse alla costruzione di infrastrutture di trasporto nelle aree periferiche (E. Papa, Angiello, & Carpentieri, 2016). In particolare, in aree libere da preesistenze e vincoli, se la realizzazione delle nuove infrastrutture di trasporto e lo sviluppo degli interventi di trasformazione in prossimità dei nodi di stazione non è supportata da specifici interventi e/o azioni che prevedano un coinvolgimento attivo di attori e capitali, pubblici e privati, si possono verificare degli insuccessi (Rietveld & Bruinsma, 2012). In tali casi gli interventi integrati previsti possono contribuire ad accentuare le differenze tra la qualità delle aree centrali e quelle periferiche ed essere fattori di sviluppo incoerente del territorio.

Quindi al fine di realizzare interventi di trasformazione di successo, con l'obiettivo di migliorare la sostenibilità e l'equità dei sistemi urbani e territoriali, oltre a prevedere un'integrazione tra l'uso del suolo e le infrastrutture di trasporto, risulta fondamentale il

coinvolgimento dei diversi attori pubblici e privati. Tutto ciò può ottenere tramite l'impiego di opportune metodologie e strumenti tecnici che consentano di prevedere e monitorare gli effetti derivanti dall'applicazione d'interventi di trasformazione di tipo integrato.

2.3 Le nuove tecnologie GIS

Il continuo incremento del livello di complessità dei sistemi urbani e territoriali, richiede l'impiego di nuove tecniche e strumenti di analisi che consentano l'individuazione, l'implementazione e la verifica di adeguate strategie per il governo dei sistemi urbane e territoriali (Healey, 2006; Batty, 2007).

A supporto di tali attività vi sono i nuovi strumenti tecnologici e informatici, che grazie alla loro elevata capacità di calcolo e versatilità, consentono l'esecuzione di complesse operazioni di raccolta, archiviazione ed elaborazione di differenti tipologie di dati (Shiode, 2000; Laurini, 2002). Una delle principali categorie di strumenti, impiegati nello studio dei fenomeni che interessano i sistemi urbani e territoriali, fa riferimento ai Geographical Information Systems (GIS), che racchiudono al loro interno numerose procedure di natura informatica per ricevere, immagazzinare, visualizzare, interrogare, analizzare, interpretare e connettere dati alfanumerici e spaziali, al fine di verificare l'esistenza tra di loro di relazioni, modelli e tendenze. Secondo la definizione di Burrough (1986) "I GIS sono composti da una serie di strumenti software per acquisire, memorizzare, estrarre, trasformare e visualizzare dati spaziali dal mondo reale".

L'urbanistica e più in generale lo studio dell'assetto del territorio sono stati tra i primi campi di applicazione di questi nuovi strumenti informatici, in quanto la conoscenza territoriale e la sua rappresentazione sono elementi fondanti del processo di governo dei sistemi urbani e territoriali.

Negli ultimi decenni, l'uso delle cartografie tradizionali, grazie allo sviluppo delle tecnologie informatiche, è stato progressivamente sostituito dal impiego dei GIS. Le possibilità offerte dai questi nuovi strumenti hanno aperto dimensioni innovative per il controllo dei cambiamenti ambientali e la gestione dei sistemi urbani e territoriali. Tramite i GIS dati di tipo alfanumerico (numeri, informazioni testuali, documenti) possono essere elaborati, organizzati, archiviati e collegati a specifiche primitive vettoriali (punto, linea e area) e raster

che possono rappresentare enti territoriali (limiti amministrativi) o elementi fisici (reti infrastrutturali, reti di mobilità, edifici). Grazie alle potenzialità offerte dai GIS è possibile realizzare cartografie digitali del territorio nelle quali i singoli elementi territoriali possono essere disegnati e geolocalizzati attraverso l'assegnazione di coordinate spaziali, modificati nel tempo, misurati nella loro superficie ed estensione, riprodotti e consultati a diverse scale di visualizzazione su supporto sia informatico sia cartaceo. Tutto ciò ha consentito di definire nuove possibilità di approfondimento nella conoscenza e gestione dello spazio fisico (naturale e antropico) e dei fenomeni che vi si svolgono (Langford & Unwin, 1994). Inoltre, parallelamente alla possibilità di archiviare dati alfanumerici relativi, ad esempio, alla struttura della popolazione, ai settori di attività economica, alle caratteristiche geomorfologiche, vi è la possibilità di effettuare delle elaborazioni numeriche e spaziali di questi dati.

Quindi gli strumenti GIS si configurano quindi come un "ambiente operativo" all'interno del quale è possibile sviluppare delle metodologie di elaborazione dei dati che possono supportare i decisori e i tecnici nella trasformazione e gestione del territorio (Romano Fistola & Costa, 2009).

La struttura dei dati che possono essere caricati all'interno di un GIS è costituita da due principali categorie, strettamente connesse tra di loro. La prima categoria comprende la base cartografica, che può essere vettoriale e raster, rappresentativa degli elementi territoriali e fisici, che possono essere posizionati secondo specifici riferimenti e coordinate spaziali. La seconda comprende l'insieme delle informazioni e dei dati alfanumerici, che possono essere associati alle primitive geometriche e ai singoli pixel, denominati attributi. Attraverso procedure specifiche è possibile realizzare la connessione tra le diverse componenti, al fine di definire un sistema in grado di fornire non solo informazioni sui singoli elementi in maniera statica, ma anche di descrivere l'evoluzione di fenomeni territoriali o di evidenziare gli ambiti in cui si manifestano valori comuni (Rocco Papa, 2009). L'utilizzo dell'informazione geografica e della sua rappresentazione geometrica si è rivelata nel tempo uno strumento insostituibile per conoscere, descrivere e controllare i differenti fenomeni di trasformazione antropica e naturale che interessano il territorio e i sistemi urbani.

Quindi i GIS risultano essere uno strumento indispensabile di supporto ai processi decisionali, essenziali nel quadro di una pubblica amministrazione, che attui scelte di sviluppo urbano,

sempre più orientate alla logica del rispetto dei principi di oggettività, trasparenza e sostenibilità ambientale (Campagna, 2006). Anche dal punto di vista della ricerca scientifica l'impiego dei GIS consente agli studiosi l'individuazione e la quantificazione di specifici fenomeni urbani e l'implementazione di modelli previsionali (Craig, Harris, & Weiner, 2002). In tale ottica, uno dei più recenti avanzamenti nell'impiego dei GIS al governo delle trasformazioni urbane e territoriali è stato individuato dal settore di ricerca del Geodesign, che propone un nuovo approccio partecipativo e integrato che, partendo dalla concettualizzazione del progetto, prosegue con l'analisi, la simulazione, lo sviluppo di alternative, la valutazione degli impatti e la scelta dello scenario d'applicare (Steinitz, 2012; Campagna, 2014). L'impiego di tali strumenti e approcci può consentire di migliorare notevolmente l'equità e la sostenibilità economica, sociale e ambientale degli interventi di trasformazione dei sistemi urbani e territoriali.

2.4 Gli Open Data

Una delle principali problematiche nello sviluppo e nell'impiego di nuove metodologie GIS in grado di supportare il governo dei sistemi urbani e territoriali, è il difficile reperimento di adeguati dati alfanumerici e spaziali, necessari sia per lo sviluppo di modelli di simulazione di scenari futuri sia per lo svolgimento di analisi spaziali che consentano d'interpretare in modo attendibile come si sono evoluti i fenomeni urbani e territoriali. In questi ultimi anni un sempre maggiore supporto è giunto dalla diffusione degli Open Data, dati accessibili a tutti, tramite la loro diffusione si sta cercando di far fronte alla crescente esigenza di fornire un libero accesso ai dati, consentendo ai potenziali utenti (pubblici e privati) di utilizzarli in modo legale per i più differenti scopi (Rizzo, Morando, & De Martin, 2009).

Quindi gli Open Data, sono una tipologia di dati liberamente accessibili, privi di brevetti e di altre forme di controllo che ne limitino la riproduzione e le cui restrizioni di copyright eventualmente si limitano all'obbligo di citare la fonte. Tale tipologia di dati si richiama alla più ampia disciplina dell'Open Government, in base alla quale la pubblica amministrazione dovrebbe essere aperta ai cittadini, in termini di trasparenza, ma anche attraverso il ricorso alle nuove tecnologie open source dell'informazione e della comunicazione (Janssen, Charalabidis, & Zuiderwijk, 2012). A tal proposito, le autorità Europee nel 2007 per favorire la

diffusione di dati territoriali di tipo Open e la creazione di un'infrastruttura comune dei dati spaziali tra i differenti paesi membri, ha messo a punto e adottato la direttiva INSPIRE Direttiva (EC, 2007). La direttiva definisce il quadro giuridico per rendere condivisibili grandi quantità di dati territoriali di forma e provenienza molteplici al fine di costituire un'unica infrastruttura per l'informazione territoriale a livello europeo basata sulle Infrastrutture Spaziali dei Dati (SDI) a livello nazionale (Campagna & Craglia, 2012). La realizzazione delle SDI nazionali può semplificare la condivisione delle informazioni territoriali tra le pubbliche amministrazioni, facilitare l'accesso del pubblico alle informazioni territoriali ambientali in tutta Europa e coadiuvare i processi decisionali inerenti l'ambiente e il territorio.

La direttiva INSPIRE si basa su cinque principi, che sono:

- *Gestione più efficiente* – i dati vanno raccolti una sola volta e gestiti laddove ciò può essere fatto in maniera più efficiente;
- *Interoperabilità* – deve essere possibile combinare i dati provenienti da differenti fonti e condividerli tra più utenti ed applicazioni;
- *Condivisione* – deve essere possibile la condivisione di informazioni raccolte dai diversi livelli di governo;
- *Abbondanza e fruibilità* – l'informazione geografica necessaria per il buon governo deve esistere ed essere realmente accessibile a condizioni che non ne limitino il possibile uso;
- *Reperibilità ed accesso* – deve essere facile individuare quale informazione geografica è disponibile, valutarne l'utilità per i propri scopi e le condizioni secondo cui è possibile ottenerla ed usarla.

In Italia la direttiva è stata recepita con il decreto legislativo 27 gennaio 2010, n. 32 con cui è stata istituita, l'Infrastruttura nazionale per l'informazione territoriale e del monitoraggio ambientale, quale nodo dell'infrastruttura comunitaria.

Nonostante questo quadro legislativo, in Italia gli Open Data sono una risorsa ancora in gran parte inespressa, in quanto le pubbliche amministrazioni, per le più differenti ragioni, non consentono ancora l'accesso a molti dei dati in loro possesso (Las Casas, Lombardo, Murgante, Pontrandolfi, & Scorza, 2014).

Per l'Italia alcune delle principali fonti di Open Data per le pubbliche amministrazioni, utili al governo delle trasformazioni urbane e territoriali e disponibili per tutto il territorio italiano

sono fornite dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), il Ministero dell'Ambiente tramite il Geoportale Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it>) e l'Agenzia delle Entrate. Per quanto riguarda le autorità locali vi è invece, ancora una scarsa disponibilità di Open Data, solo in alcune realtà amministrative locali (Regioni, Province e Comuni) viene fornita un'ampia raccolta di dati liberamente accessibili tramite i portali web istituzionali.

Negli ultimi anni, l'esperienza maturata in altri paesi esteri, in particolar modo europei, in merito agli Open Data, dimostra che la diffusione di questa tipologia di dati può consentire l'avvio di nuove opportunità di sviluppo, derivanti dalla possibilità di effettuare analisi tecnico/scientifiche da parte di differenti soggetti pubblici e privati (Shadbolt et al., 2012).

Bibliografia Capitolo

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport policy*, 15(2), 73-80.
- Bank, W. (2015). *World development report 2015: mind, society, and behavior*.
- Batty, M. (2007). *Cities and complexity: understanding cities with cellular automata, agent-based models, and fractals*: The MIT press.
- Batty, M. (2009). Cities as complex systems: scaling, interaction, networks, dynamics and urban morphologies *Encyclopedia of complexity and systems science* (pp. 1041-1071): Springer.
- Calvo, F., de Oña, J., & Arán, F. (2013). Impact of the Madrid subway on population settlement and land use. *Land use policy*, 31, 627-639.
- Camagni, R., Gibelli, M. C., & Rigamonti, P. (2002). Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. *Ecological economics*, 40(2), 199-216.
- Campagna, M. (2006). *GIS for sustainable development*: Crc Press.
- Campagna, M. (2014). *Geodesign: dai contenuti metodologici all'innovazione nelle pratiche*. Paper presented at the Planum Publisher.
- Craig, W. J., Harris, T. M., & Weiner, D. (2002). *Community participation and geographical information systems*: CRC Press.
- Curtis, C., Renne, J. L., & Bertolini, L. (2009). *Transit oriented development: making it happen*: Ashgate Publishing, Ltd.
- Ewing, R. H. (2008). Characteristics, causes, and effects of sprawl: A literature review *Urban ecology* (pp. 519-535): Springer.
- Fistola, R., & Costa, P. (2009). *GIS: teoria ed applicazioni per la pianificazione, la gestione e la protezione della città*: Gangemi.
- Galderisi, A. (2009). Sistema Urbano e Sviluppo Sostenibile. In R. Papa (Ed.), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali. Metodi, tecniche e strumenti*: Franco Angeli.
- Healey, P. (2006). *Urban complexity and spatial strategies: towards a relational planning for our times*: Routledge.
- Heath, G. W., Brownson, R. C., Kruger, J., Miles, R., Powell, K. E., & Ramsey, L. T. (2006). The effectiveness of urban design and land use and transport policies and practices to increase physical activity: a systematic review. *Journal of Physical Activity and Health*, 3(s1), S55-S76.
- Janssen, M., Charalabidis, Y., & Zuiderwijk, A. (2012). Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. *Information systems management*, 29(4), 258-268.
- Las Casas, G., Lombardo, S., Murgante, B., Pontrandolfi, P., & Scorza, F. (2014). Open Data for Territorial Specialization Assessment Territorial Specialization in Attracting Local Development Funds: an Assessment. Procedure Based on Open Data and Open Tools. *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment*.

- Laurini, R. (2002). *Information systems for urban planning: a hypermedia cooperative approach*: CRC Press.
- Newman, P. W., & Kenworthy, J. R. (1996). The land use—transport connection: An overview. *Land use policy*, 13(1), 1-22.
- Pagliara, F., & Papa, E. (2011). Urban rail systems investments: an analysis of the impacts on property values and residents' location. *Journal of Transport Geography*, 19(2), 200-211.
- Papa, E., Angiello, G., & Carpentieri, G. (2016). Infrastrutture di trasporto su ferro come elementi di riqualificazione delle periferie: due casi a confronto. *Trasporti & Cultura*, 45, 25-33.
- Papa, R. (2009). Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali. Metodi, tecniche e strumenti.
- Rizzo, G., Morando, F., & De Martin, J. C. (2009). Open Data: la piattaforma di dati aperti per il Linked Data. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5(3), 1-22.
- Shadbolt, N., O'Hara, K., Berners-Lee, T., Gibbins, N., Glaser, H., & Hall, W. (2012). Linked open government data: Lessons from data. gov. uk. *IEEE Intelligent Systems*, 27(3), 16-24.
- Shiode, N. (2000). Urban planning, information technology, and cyberspace. *Journal of Urban Technology*, 7(2), 105-126.
- Steinitz, C. (2012). *A framework for geodesign: Changing geography by design*: esri Redlands, CA.
- Suzuki, H., Cervero, R., & Iuchi, K. (2013). *Transforming cities with transit: Transit and land-use integration for sustainable urban development*: World Bank Publications.
- Tiboni, M., & Rossetti, S. (2012). L'utente debole quale misura dell'attrattività urbana. *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 5(3), 91-102.
- USHUD. (1999). *The state of the cities 1999: third annual report*. Retrieved from Washington, DC:
- van Wee, B., & Geurs, K. (2016). 4 The role of accessibility in urban and transport planning. *Handbook on transport and urban planning in the developed world*, 53.
- Von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory*. New York, 41973(1968), 40.
- Worsley, T. *Ex-post Assessment of Transport Investments and Policy Interventions*: OECD Publishing.

CAPITOLO 3. LO SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA GIS PER
L'ANALISI SPAZIALE DELLE AREE URBANE

3.1 Introduzione

Questo terzo capitolo descrive le fasi di lavoro svolte per la messa a punto della metodologia GIS, in grado di eseguire operazioni di analisi spaziale utili alla valutazione degli impatti sull'uso del suolo e i sistemi socio-economici derivanti dalla realizzazione di interventi di trasformazione di tipo integrato Trasporti-Territorio. La metodologia GIS di analisi spaziale sviluppata consente di quantificare la variazione nello spazio e nel tempo degli impatti sviluppati nelle aree di stazione delle linee su ferro urbane (Linee ferroviarie urbane e metropolitane) localizzate nel territorio di analisi.

Il capitolo è stato articolato in tre paragrafi principali che descrivono le principali attività svolte per la messa a punto della metodologia GIS per analisi spaziale. In particolare:

- I) **Individuazione del set di indicatori** - Tramite lo studio della letteratura scientifica è stato definito di un set di indicatori in grado di quantificare la variazione dell'uso del suolo e dei sistemi socio-economici, a seguito dell'implementazione d'interventi di tipo integrato nell'intervallo temporale d'osservazione;
- II) **Creazione del Geodatabase dei dati** - Messa a punto di un database relazionale dei dati (Geodatabase), utilizzabile in ambiente GIS e che contiene tutti i dati alfanumerici e spaziali necessari al calcolo del set d'indicatori selezionati;
- II) **Costruzione del Model Builder** - Sviluppo della metodologia GIS in grado di eseguire in modo sequenziale tutte le operazioni di geoprocessing sui dati alfanumerici e spaziali raccolti al fine di calcolare gli indicatori selezionati.

La struttura di questo capitolo tiene conto anche della sequenza temporale rispetto alla quale è stato svolto il lavoro descritto e precedentemente elencato, per giungere alla messa a punto della metodologia GIS per l'analisi spaziale. Inoltre, per una maggiore chiarezza nella descrizione del contenuto, ognuno dei tre paragrafi è suddiviso in sotto paragrafi in cui sono descritte le differenti attività svolte per il completamento di questa fase del lavoro di ricerca.

3.2 Gli indicatori

Per poter quantificare gli impatti sull'uso del suolo e sui sistemi socio-economici generatisi nelle aree di studio, in seguito all'applicazione di politiche di sviluppo urbano di tipo integrato Trasporti-Territorio, in un determinato intervallo temporale d'analisi, si è resa necessaria l'individuazione di un set d'indicatori. La scelta degli indicatori da utilizzare per le analisi quantitative degli impatti si è basata sull'esperienza pregressa maturata in altri recenti studi scientifici e tecnici antecedenti, che hanno messo a punto e utilizzato dei specifici indicatori in grado di evidenziare dal punto di vista quantitativo le variazioni socio-economiche e della forma d'uso nelle aree di stazione (Stead & Marshall, 2001; Cervero, 2001; Olaru, Smith, & Taplin, 2011). Nella selezione degli indicatori da utilizzare si è tenuto conto oltre che della capacità nell'interpretare dal punto di vista quantitativo gli impatti generatisi, anche di due importanti criteri che garantiscono la replicabilità e l'accuratezza della scala di dettaglio della metodologia GIS sviluppata. In particolare, sono stati selezionati quegli indicatori che possono essere calcolati tramite l'utilizzo di dati liberamente accessibili (open data) alle pubbliche amministrazioni, ai tecnici e ai studiosi che si occupano di studiare questi fenomeni di trasformazione integrata. Questo aspetto è stato ritenuto fondamentale al fine di consentire, la successiva applicazione della metodologia GIS sviluppata anche ad altri contesti urbani italiani. Un altro criterio che è stato considerato nella scelta degli indicatori riguarda il livello di dettaglio rispetto al quale sono disponibili i dati, in quanto per questa metodologia è stata scelta una scala territoriale di dettaglio di tipo micro, che quindi richiede l'utilizzo di dati aggregati per unità territoriali di dimensioni ridotte (sub quartiere).

Utilizzando i criteri descritti, dallo studio della letteratura scientifica, sono stati selezionati tredici differenti indicatori, raggruppati a loro volta nelle seguenti quattro macro categorie: Densità; Prossimità; Mix Funzionale; Quotazioni Immobiliari. La scelta di questi indicatori, già utilizzati in altri studi, consente di valutare in modo accurato come sono variate nel tempo e nello spazio le condizioni di uso del suolo e le caratteristiche socio-economiche nelle aree di stazione e anche nell'intero territorio d'analisi, in seguito alla realizzazione di interventi di tipo integrato (Duncan, 2010b; Singh, Fard, Zuidgeest, Brussel, & van Maarseveen, 2014; Soria-Lara, Valenzuela-Montes, & Pinho, 2015; E. Papa & Bertolini, 2015). Nella Tabella 1 sono

elencati i tredici indicatori, suddivisi nelle quattro macro categorie, selezionati utilizzando i criteri precedentemente elencati.

Nei successivi paragrafi sono descritte le modalità di selezione e di calcolo dei singoli indicatori da impiegare per lo svolgimento delle analisi spaziali contenute nella metodologia GIS sviluppata.

Tabella 1: Indicatori selezionati per il calcolo delle variazioni socio-economiche.

Categoria	Indicatori	Riferimenti letteratura
Densità	Densità Popolazione	(Bach, van Hal, de Jong, & de Jong, 2006)
	Densità Addetti	
	Densità Unità Locali	
Prossimità	Prossimità Popolazione	(Ritsema van Eck & Koomen, 2007)
	Prossimità Addetti	
	Prossimità Unità Locali	
Mix Funzionale	Job-Housing	(The City of Calgary, 2004)
	Land Use Mix 1	
	Land Use Mix 2	
Quotazioni Immobiliari	Immobili Residenziali	(Pagliara & Papa, 2011)
	Immobili Commerciali	
	Immobili Terziario	
	Immobili Attività Produttive	

Per il calcolo dei tredici indicatori individuati sono stati utilizzati dati alfanumerici e spaziali provenienti da differenti fonti e che sono caratterizzati da un diverso livello di aggregazione spaziale. Per poter risolvere le problematiche legate alla non omogeneità delle unità di riferimento spaziale rispetto alla quale sono disponibili, in formato open, i dati utilizzati per il calcolo degli indicatori, così da poter effettuare anche un confronto tra le serie storiche dei risultati calcolati per i singoli indicatori, è stata introdotta un'unità spaziale di riferimento standard, denominata GRIDEX.

La cella GRIDEX, che costituisce la singola unità spaziale della griglia in cui viene suddiviso l'area di studio analizzata, ha la forma di un esagono regolare di lato 50 m, con una superficie di 6.495 mq.

L'impiego di una griglia regolare rappresenta una soluzione tecnico-scientifica molto utilizzata negli studi di analisi dei fenomeni spaziali (Yigitcanlar & Dur, 2010). In quanto questa soluzione consente di risolvere alcune problematiche riguardanti il confronto sia di dati calcolati o rilevati rispetto unità territoriali di riferimento differenti (sezioni censuarie, zone OMI) sia di dati appartenenti a differenti istanti temporali. Un esempio è rappresentato dai

censimenti generali dell'ISTAT (1991, 2001 e 2011), per i quali le perimetrazioni delle sezioni censuarie sono state aggiornate nel corso degli anni. Analogo problema è riscontrabile per il calcolo delle variazioni delle quotazioni immobiliari, in quanto le zone OMI, individuate dall'Agenzia delle Entrate, nel tempo hanno subito variazioni nella perimetrazione.

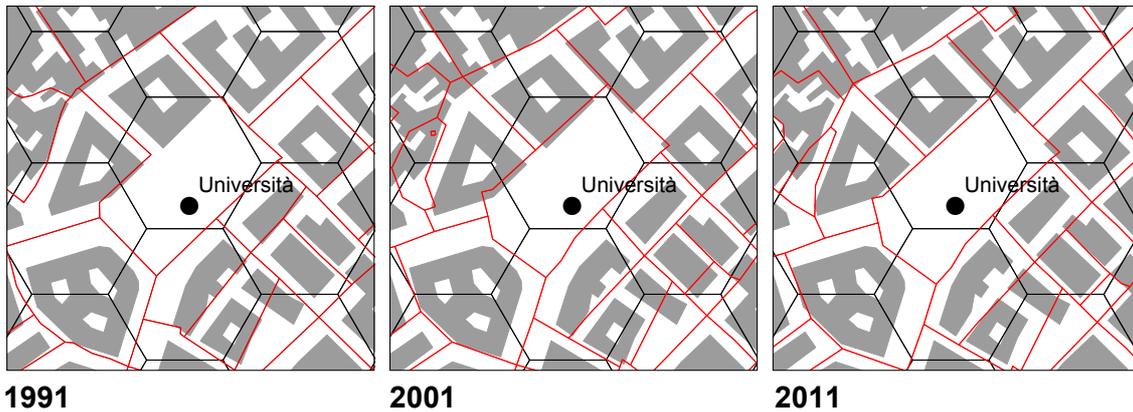


Figura 2: Confronto tra le diverse perimetrazioni delle sezioni censuarie fornite dall'ISTAT per i censimenti del 1991, 2001 e 2011.

È stato deciso di impiegare un'unità spaziale standard di tipo esagonale rispetto ad una più comune cella quadrata, in quanto la geometria cella esagonale garantisce oltre che un maggiore appeal visivo garantisce anche una maggiore accuratezza nella fase di rappresentazione dei risultati (Carr, Olsen, & White, 1992).

Inoltre, in letteratura l'impiego della cella esagonale è particolarmente consigliato per gli studi, come il presente, che affrontano problemi legati alla connettività tra le differenti unità spaziali e all'individuazione dei percorsi più brevi nel calcolo delle distanze di spostamento (Birch, Oom, & Beecham, 2007). In quanto, le caratteristiche geometriche della cella esagonale, a parità di altezza la cella rispetto a quella quadrata, garantiscono una minore distanza tra il centro e i lati e una maggiore connettività con le celle adiacenti, rispetto alla cella quadrata che è connessa in modo diretto solo a quattro celle. Quindi l'introduzione della cella GRIDEX come unità spaziale di riferimento standard è stata utile anche al calcolo degli indicatori di prossimità, in quanto le distanze su rete sono state calcolate rispetto al baricentro del poligono, consentendo un'elevata accuratezza delle analisi effettuate.

In definitiva, l'impiego del GRIDEX, oltre a garantire una maggiore accuratezza nel calcolo e nella visualizzazione dei risultati, ha reso possibile anche il confronto di dati appartenenti sia a differenti istanti temporali sia calcolati rispetto unità territoriali non uniformi.

3.2.1 Gli indicatori di Densità

Gli indicatori di densità consentono di valutare sia le caratteristiche della forma urbana dell'area di analisi (Stankowski, 1972), sia il rapporto che si instaura tra la forma urbana e i comportamenti di spostamento (Suhrbier, Moses, & Paquette, 1995; Kockelman, 1997). È stato dimostrato che elevati valori di densità in aree di stazione forniscono indicazioni sulla facilità di accesso pedonale alla stazione, sulla breve distanza dal nodo di trasporto e sull'assenza di aree per la sosta gratuite in prossimità del nodo (R. Ewing & Cervero, 2010). Questa categoria di indicatori consente di misurare come varia nello spazio e nel tempo la densità degli attori per ogni singola unità territoriale localizzata nell'area di studio e nelle aree di stazione. In accordo con la letteratura scientifica, sono stati utilizzati i dati relativi a tre differenti categorie di attori: Popolazione residente, Addetti e Unità Locali. Per ognuno di questi tre indicatori è stato calcolato prima il valore della densità per ogni singola unità territoriale di riferimento al singolo istante temporale e successivamente le variazioni tra i differenti istanti temporali selezionati. Di seguito sono riportate le formule utilizzate per il calcolo di indicatori di densità (Bach et al., 2006).

$$\text{Densità di popolazione} = \frac{\text{Popolazione residente}}{\text{Superficie unità territoriale di riferimento}} \quad \left[\frac{Pop}{ha} \right] \quad (1)$$

$$\text{Densità di addetti} = \frac{\text{Addetti}}{\text{Superficie unità territoriale di riferimento}} \quad \left[\frac{Add}{ha} \right] \quad (2)$$

$$\text{Densità di unità locali} = \frac{\text{Unità Locali}}{\text{Superficie unità territoriale di riferimento}} \quad \left[\frac{UL}{ha} \right] \quad (3)$$

3.2.2 Gli indicatori di Prossimità

Questa categoria di indicatori misura la variazione della localizzazione dei diversi attori (utenti e attività) nelle aree di stazione a seguito della variazione dell'accessibilità (E. Papa, Coppola, Angiello, & Carpentieri; Cervero, Rood, & Appleyard, 1995; K. T. Geurs & Van Wee, 2004). L'accessibilità si configura, quindi, come una misura delle impedenze spaziali (distanza, tempo, costo, ...) al movimento di persone e allo scambio di beni e servizi (Hansen, 1959). Garantire un adeguato livello di accessibilità significa poter usufruire di beni o servizi a minori costi, la possibilità di accedere a specifici servizi localizzati esclusivamente in

determinati luoghi (attività produttive, servizi urbani) e a luoghi che godono di specifica attrattività (bellezze naturali, luoghi di scambio e di interrelazione sociale) (Litman, 2005; K. Geurs, 2006).

L'accessibilità governa le scelte localizzative dei singoli attori economici che, a loro volta danno luogo alla strutturazione dello spazio urbano. Le scelte localizzative saranno dettate dalle convenienze che i singoli attori economici (imprese e residenti) avranno nel localizzarsi in prossimità di luoghi più vantaggiosi per la rispettiva attività: per le imprese, i luoghi di acquisizione di materie prime, o in generale, di input per la propria produzione, i mercati o i luoghi di output della produzione; per i residenti, i luoghi di lavoro, i luoghi di scambio o interazione sociale (Heath et al., 2006).

Le scelte localizzative in accordo con il principio dell'accessibilità porterebbero quindi ad una concentrazione maggiore delle attività e dei servizi nelle aree a maggiore accessibilità di residenze e addetti (aree centrali) (Bertolini et al., 2005; Bonotti et al., 2015).

Il calcolo di questa categoria indicatori permette di ottenere informazioni sulla variazione della distribuzione della popolazione, degli addetti e delle unità locali nelle aree di stazione, ma rispetto alla precedente categoria di indicatori di densità, questo gruppo consente anche di verificare l'eventuale variazione localizzativa degli attori. Nel calcolo degli indicatori appartenenti a questa categoria si tiene, infatti, conto della distanza tra la generica cella (GRIDEX) e il nodo di stazione a cui afferisce. Il calcolo della distanza tra il nodo di stazione e il centroide della generica cella viene calcolato tenendo conto della distanza pedonale su rete. Questa distanza è stata calcolata utilizzando una delle funzioni di analisi Network offerta dal software ArcGIS, che consente di individuare la distanza pedonale a cui si trova ogni centroide della griglia esagonale appartenente all'area di stazione analizzata, definito un Network stradale topologicamente coretto.

Di seguito sono riportate le formule utilizzate per il calcolo di indicatori di prossimità (Ritsema van Eck & Koomen, 2008).

$$\text{Prossimità della popolazione} = \frac{\text{Popolazione residente}}{\text{Distanza su rete}} \quad \left[\frac{Pop}{m} \right] \quad (3)$$

$$\text{Prossimità degli addetti} = \frac{\text{Addetti}}{\text{Distanza su rete}} \quad \left[\frac{Add}{m} \right] \quad (4)$$

$$\text{Prossimità delle unità locali} = \frac{\text{Unità Locali}}{\text{Distanza su rete}} \quad [UL/m] \quad (5)$$

3.2.3 Gli indicatori di Mix Funzionale

L'impiego di questa categoria di indicatori consente di valutare se nell'area di analisi vi è un mix di funzioni di attività (pubbliche e private) in grado di far fronte alle esigenze di una comunità dinamica (Sung & Oh, 2011). In quanto, consente di valutare se vi è un accesso rapido e conveniente ai servizi e alle strutture necessari a soddisfare le esigenze quotidiane delle persone. Questo può essere garantito tramite la presenza di un mix di servizi commerciali al dettaglio, opportunità di lavoro, servizi pubblici e privati, attrezzature ricreative (Kamruzzaman, Baker, Washington, & Turrell, 2014).

I tre indicatori selezionati consentono di ottenere informazioni in merito alla variazione nel tempo del mix insediativo delle attività. In particolare, l'indicatore di Job-Housing (7) consente di verificare la variazione nell'intervallo di tempo d'analisi del rapporto tra il numero di addetti e la popolazione residente. Per quanto riguarda l'indicatore Land-Use Mix 1 (LUM 1) (8), consente di verificare la variazione del livello di mix funzionale presente in ogni zona GRIDEX considerando la popolazione residente e gli addetti all'industria, alle costruzioni e al commercio. L'ultimo indicatore selezionato è l'indicatore Land-Use Mix 2 (LUM 2) che considera la variazione del mix funzionale, calcolata per ogni singola cella GRIDEX, tenendo conto della popolazione residente e degli addetti alle attività di servizio alla residenza.

Di seguito sono riportate le formule utilizzate per il calcolo degli indicatori selezionati (The City of Calgary, 2004).

$$\text{Job - Housing}_i = \frac{\text{Addetti}_i}{\text{Popolazione}_i} \quad (7)$$

$$\text{LUM1}_i = -1 * \frac{\left[\ln \left(\frac{P_i}{T_i} \right) * \frac{P_i}{T_i} + \ln \left(\frac{A_i}{T_i} \right) * \frac{A_i}{T_i} + \ln \left(\frac{B_i}{T_i} \right) * \frac{B_i}{T_i} + \ln \left(\frac{C_i}{T_i} \right) * \frac{C_i}{T_i} \right]}{\ln 4} \quad (8)$$

P_i = Popolazione residente nella zona i ;

A_i = Addetti all'Industria nella zona i ;

B_i = Addetti alle Costruzioni nella zona i ;

C_i = Addetti al Commercio nella zona i ;

$$LUM2_i = -1 * \frac{\left[\ln\left(\frac{P_i}{T_i}\right) * \frac{P_i}{T_i} + \ln\left(\frac{A1_i}{T_i}\right) * \frac{A1_i}{T_i} + \ln\left(\frac{A2_i}{T_i}\right) * \frac{A2_i}{T_i} + \ln\left(\frac{A3_i}{T_i}\right) * \frac{A3_i}{T_i} + \ln\left(\frac{A4_i}{T_i}\right) * \frac{A4_i}{T_i} + \ln\left(\frac{A5_i}{T_i}\right) * \frac{A5_i}{T_i} + \ln\left(\frac{A6_i}{T_i}\right) * \frac{A6_i}{T_i} + \ln\left(\frac{A7_i}{T_i}\right) * \frac{A7_i}{T_i} \right]}{\ln 8} \quad (9)$$

P_i = Popolazione residente nella zona i ;

$A1_i$ = Addetti commercio al dettaglio nella zona i ;

$A2_i$ = Addetti attività finanziarie, assicurative e postali nella zona i ;

$A3_i$ = Addetti servizi di informazione e comunicazione nella zona i ;

$A4_i$ = Addetti attività professionali, scientifiche e tecniche nella zona i ;

$A5_i$ = Addetti servizi pubblici nella zona i ;

$A6_i$ = Addetti attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento nella zona i ;

$A7_i$ = Addetti servizi alla persona nella zona i ;

3.2.4 Le quotazioni immobiliari

Uno degli impatti derivanti dalla modifica dei livelli di accessibilità delle aree limitrofe ai nodi di trasporto, conseguente la realizzazione di nuovi progetti di riqualificazione e sviluppo di tipo integrato, riguarda la variazione delle quotazioni degli immobili. Questo argomento nel corso degli anni è stato oggetto di un ampio dibattito scientifico e numerosi sono i casi studio analizzati, rispetto ai quali è stata individuata teoricamente e quantitativamente evidenza a tali affermazioni (Ryan, 1999; E. Papa & Pagliara, 2006; Duncan, 2010b). Dal punto di vista teorico tali affermazioni sono basate sul presupposto che il risparmio ottenuto sui costi di trasporto a seguito della diminuzione della distanza tra gli attori e il nodo di trasporto, influenza le scelte localizzative degli utenti. Dal punto di vista quantitativo è stato verificato che vi è una diretta dipendenza tra la vicinanza al nodo di stazione e l'incremento delle quotazioni immobiliari (Cervero & Kang, 2011).

In base a tali considerazioni e vista la disponibilità di dati in formato open, è stato deciso di introdurre anche questa categoria di indicatori all'interno del set. I dati utilizzati per il calcolo della variazione delle quotazioni immobiliari per le singole GRIDEX sono relativi alle quotazioni immobiliari in euro al mq e sono calcolati tramite una metodologia di calcolo sviluppata dall'Agenzia delle Entrate e pubblicati con cadenza semestrale sul sito web

dell'ente. All'interno del territorio comune sono individuate delle zone territoriali omogenee (Zone OMI), per ognuna delle quali sono calcolati i valori di mercato e locazione, per tipologia immobiliare.

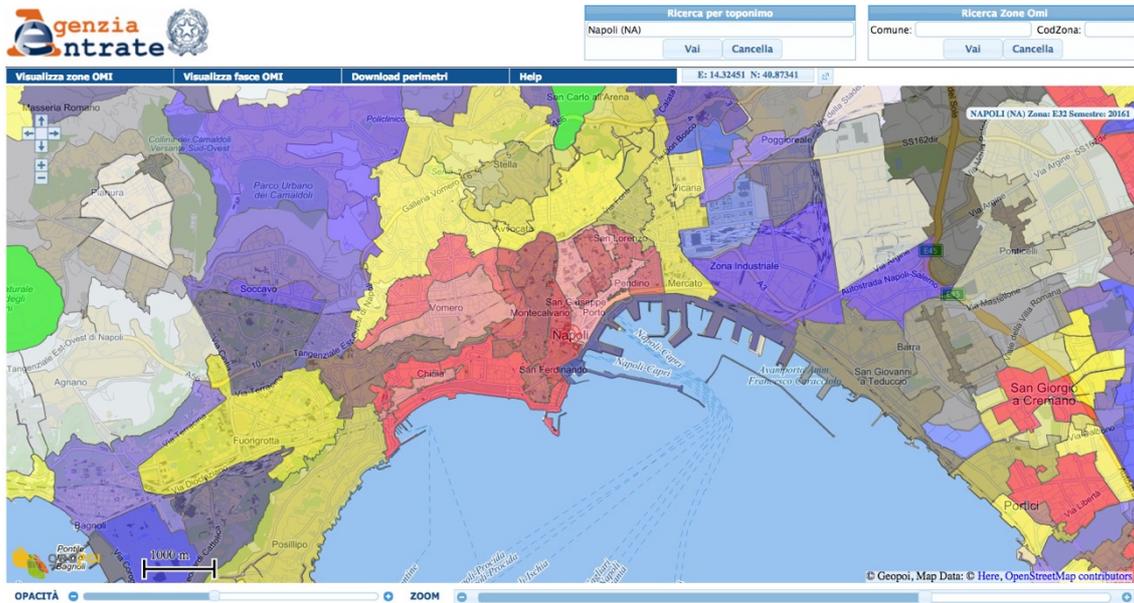


Figura 3: Schermata dell'interfaccia grafica del portale web Geopoi dell'Agenzia delle Entrate.

Per questo studio sono stati utilizzati i dati delle quotazioni immobiliari delle seguenti quattro tipologie di immobili: Residenziale, Terziaria, Commerciale e Produttiva.

3.3 La creazione del geodatabase dei dati

Questo paragrafo descrive il lavoro svolto per il progetto e l'implementazione del geodatabase dei dati territoriali necessari al calcolo degli indicatori selezionati.

Una delle componenti fondamentali dei GIS sono i geodatabase, database relazionali, costituiti da una raccolta di dati alfanumerici e spaziali consultabili ed elaborabili in ambiente GIS. La struttura del geodatabase è progettata per essere un modello aperto di archiviazione di geometrie semplici (punti, linee e poligoni), ma permette anche l'implementare di regole avanzate di gestione dei dati (MacDonald, 2001).

Per lo sviluppo della metodologia GIS per l'analisi spaziale si è scelto di utilizzare esclusivamente dei dati accessibili liberamente (open data) e disponibili ad una scala di dettaglio micro, adeguata alle dimensioni territoriali dell'unità di riferimento spaziale selezionata (cella GRIDEX). Questa scelta, come già sottolineato in precedenza, ha influito notevolmente sulla scelta degli indicatori da utilizzare per lo svolgimento delle analisi quantitative degli impatti derivanti dall'impiego di politiche di sviluppo urbano di tipo integrato Trasporti-Territorio. La creazione del geodatabase e il successivo caricamento dei dati relativi all'area di studio da analizzare, sono essenziali per poter eseguire le operazioni di geoprocessing, previste dalla metodologia GIS al fine di poter giungere al calcolo degli indicatori. Quindi per poter applicare la metodologia GIS, anche ad altri contesti territoriali, vi è la necessità di raccogliere e sistematizzare i dati alfanumerici e geometrici, tramite l'impiego del software ArcGIS, all'interno di un geodatabase dedicato. Nella Tabella 2 sono elencati e classificati i dati che è necessario caricare nel geodatabase, il formato (numerico o geometrico) e la fonte del dato.

Tabella 2: Dati utilizzati per il calcolo degli indicatori.

Dati	Formato	Fonte
Sezioni Censuarie	Geometrico (Poligono)	ISTAT
Popolazione	Alfanumerico	ISTAT
Addetti	Alfanumerico	ISTAT
Unità Locali	Alfanumerico	ISTAT
Quotazioni immobiliari	Alfanumerico	Agenzia delle Entrate
Stazioni	Geometrico (Punto)	Open Street Map
Rete Stradale	Geometrico (Linee)	Open Street Map
Edifici	Geometrico (Poligono)	Open Street Map
Perimetrazione OMI	Geometrico (Poligono)	Agenzia delle Entrate

Un importante aspetto che influenza il corretto svolgimento delle successive fasi previste dalla metodologia è legato alla necessità di effettuare una verifica dell'omogeneità dei sistemi di riferimento associati ai singoli shapefile prima di eseguire il caricamento nel geodatabase dei dati territoriali.

3.4 Lo sviluppo della metodologia GIS

Per lo svolgimento delle operazioni di geoprocessing dei dati spaziali e di calcolo dei valori numerici necessarie alla stima del set di indicatori, sono state utilizzate alcune funzioni di programmazione offerte dal software ArcGIS, che consentono di automatizzarne lo svolgimento. Questi strumenti si basano sul linguaggio di programmazione Python che è utilizzato per lo sviluppo dei software GIS e che viene utilizzato anche dagli sviluppatori per la creazione di componenti aggiuntivi per lo svolgimento di particolari operazioni.

In questo studio sono state utilizzate le funzioni di Model Builder e di creazione degli script contenute nel Python toolbox. Il Model Builder è un'applicazione di ArcGIS che consente la progettazione, la simulazione e l'analisi di modelli di flussi di lavoro analitici, che possono essere costituiti da una sequenza di componenti in grado di svolgere operazione di geoprocessing e di calcolo numerico. In particolare, questa applicazione consente la programmazione di flussi di lavoro utilizzando un linguaggio di programmazione di tipo visuale (grafico) che consente l'implementazione di flussi di lavoro, tramite la creazione di diagrammi che contengono la sequenza delle operazioni previste per l'eseguire di una specifica operazione di calcolo.

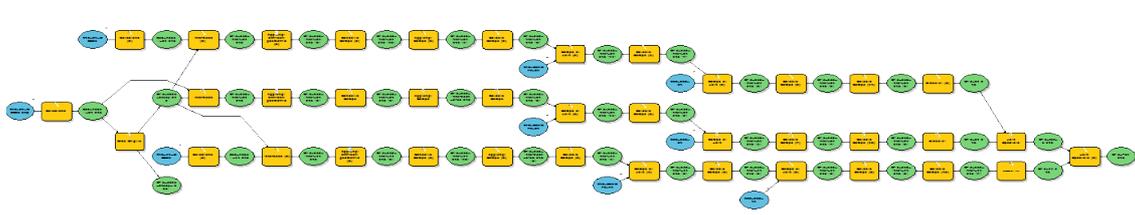


Figura 4: Struttura di uno dei Model Builder sviluppati in ArcGIS per il calcolo degli indicatori.

Per l'implementazione per la metodologia GIS per l'analisi spaziale, sono stati elaborati quattro differenti modelli di geoprocessing, uno per ogni gruppo di indicatori, con al loro interno tutte le operazioni di calcolo dei dati alfanumerici e spaziali necessari al calcolo degli

indicatori per i differenti intervalli temporali, che l'utente definisce prima dell'esecuzione del tool della metodologia GIS.

A completamento del calcolo degli indicatori, il tool crea una nuova feature class con la suddivisione del territorio d'analisi nelle celle GRIDEX e contenente gli attributi testuali e numerici calcolati tramite l'esecuzione dei quattro modelli geoprocessing.

La feature class di output e i dati ad esso associati, possono essere utilizzate per le elaborazioni grafiche e numeriche utili a valutare, ai differenti livelli spaziali di aggregazione (cella, stazione, linee e network), gli impatti generatisi in seguito all'applicazione delle politiche di Governo Integrato Trasporti-Territorio nelle aree di stazione e nell'intero territorio d'analisi.

Oltre allo sviluppo del tool, con la messa a punto dei quattro modelli di geoprocessing, è stata creata anche una opportuna veste grafica, al fine di facilitare la parte comunicativa. In particolare, di seguito (Figura 5) è riportato il logo identificativo del tool GIS, per l'analisi spaziale, sviluppato.



Figura 5: Logo del tool GIS che implementa la metodologia di analisi spaziale sviluppata.

Bibliografia Capitolo

- Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of planners*, 25(2), 73-76.
- Stankowski, S. J. (1972). Population density as an indirect indicator of urban and suburban land-surface modifications. *US Geological Survey Professional Paper*, 800, 219-224.
- Carr, D. B., Olsen, A. R., & White, D. (1992). Hexagon mosaic maps for display of univariate and bivariate geographical data. *Cartography and Geographic Information Systems*, 19(4), 228-236.
- Langford, M., & Unwin, D. J. (1994). Generating and mapping population density surfaces within a geographical information system. *The Cartographic Journal*, 31(1), 21-26.
- Suhrbier, J., Moses, S., & Paquette, E. (1995). *The effects of land use and travel demand management strategies on commuting behavior*. Paper presented at the Institute of Transportation Engineers (Carr et al.) Annual Meeting, 65th, 1995, Denver, USA.
- Cervero, R., Rood, T., & Appleyard, B. (1995). Job accessibility as a performance indicator: An analysis of trends and their social policy implications in the San Francisco Bay Area. *University of California Transportation Center*.
- Cervero, R., & Landis, J. (1997). Twenty years of the Bay Area Rapid Transit system: Land use and development impacts. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 31(4), 309-333. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0965-8564\(96\)00027-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0965-8564(96)00027-4)
- Kockelman, K. (1997). Travel behavior as function of accessibility, land use mixing, and land use balance: evidence from San Francisco Bay Area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*(1607), 116-125.
- Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-140.
- Muller, P. O. (2004). Transportation and urban form-stages in the spatial evolution of the American metropolis.
- Litman, T. (2005). Land use impacts on transport: How land use factors affect travel behavior.
- Bach, B., van Hal, E., de Jong, M. I., & de Jong, T. (2006). *Urban Design and traffic; a selection from Bach's toolbox*. *Stedenbouw en verkeer; een selectie uit de gereedschapskist van Bach.*: Drukwerk
- Geurs, K. (2006). *Accessibility, land use and transport*: Eburon Uitgeverij BV.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (2006). Urban design to reduce automobile dependence. *Opolis*, 2(1).
- Ritsema van Eck, J., & Koomen, E. (2007). Characterising urban concentration and land-use diversity in simulations of future land use. *The Annals of Regional Science*, 42(1), 123-140. doi:10.1007/s00168-007-0141-7
- Birch, C. P., Oom, S. P., & Beecham, J. A. (2007). Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology. *Ecological Modelling*, 206(3), 347-359.
- Cascetta, E., & Pagliara, F. (2008). Integrated railways-based policies: the Regional Metro System (RMS) project of Naples and Campania. *Transport Policy*, 15(2), 81-93.
- Hogan, D. J., & Ojima, R. (2008). Urban sprawl: A challenge for sustainability. *The new global frontier: Urbanization, poverty and environment in the 21st century*, 203-216.

- Papa, E., & Trifiletti, E. G. (2010). Il sistema della mobilità: la cura del ferro *Napoli 2011: città in trasformazione* (pp. 78-165): Mondadori Electa.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the built environment: a meta-analysis. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265-294.
- Yigitcanlar, T., & Dur, F. (2010). Developing a sustainability assessment model: The sustainable infrastructure, land-use, environment and transport model. *Sustainability*, 2(1), 321-340.
- Duncan, M. (2010b). The Impact of Transit-oriented Development on Housing Prices in San Diego, CA. *Urban Studies*, 48(1), 101-127. doi:10.1177/0042098009359958
- Sung, H., & Oh, J.-T. (2011). Transit-oriented development in a high-density city: Identifying its association with transit ridership in Seoul, Korea. *Cities*, 28(1), 70-82.
- Banister, D., & Thurstain-Goodwin, M. (2011). Quantification of the non-transport benefits resulting from rail investment. *Journal of Transport Geography*, 19(2), 212-223. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.05.001>
- Guerra, E., Cervero, R., & Tischler, D. (2012). Half-mile circle: Does it best represent transit station catchments? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*(2276), 101-109.
- Hidalgo, D., Pereira, L., Estupiñán, N., & Jiménez, P. L. (2013). TransMilenio BRT system in Bogota, high performance and positive impact – Main results of an ex-post evaluation. *Research in transportation economics*, 39(1), 133-138. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.005>
- Kamruzzaman, M., Baker, D., Washington, S., & Turrell, G. (2014). Advance transit oriented development typology: case study in Brisbane, Australia. *Journal of Transport Geography*, 34, 54-70.
- Singh, Y. J., Fard, P., Zuidgeest, M., Brussel, M., & van Maarseveen, M. (2014). Measuring transit oriented development: a spatial multi criteria assessment approach for the City Region Arnhem and Nijmegen. *Journal of Transport Geography*, 35, 130-143.
- Soria-Lara, J. A., Valenzuela-Montes, L. M., & Pinho, P. (2015). Using 'Mobility Environments' in Practice: Lessons from a Metropolitan Transit Corridor in Spain. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 17(5), 553-572.
- Papa, E., & Bertolini, L. (2015). Accessibility and transit-oriented development in European metropolitan areas. *Journal of Transport Geography*, 47, 70-83.

CAPITOLO 4. UN'APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA GIS

4.1 Il caso studio della Città di Napoli

Per l'applicazione e la verifica dell'affidabilità della metodologia in grado di misurare gli impatti sull'uso del suolo e i cambiamenti socio-economici derivanti dalla realizzazione d'interventi di trasformazione di tipo integrato Trasporti-Territorio, è stata selezionata la città di Napoli. Quest'ultima costituisce infatti un caso studio ideale per testare l'affidabilità della metodologia GIS, in quanto la sua struttura urbana e socio-economica (popolazione 956.919 ab; Densità 8.273,34 ab/km²; Addetti 481.471 ad. - dati Istat 2011) la rendono una delle più complesse realtà urbane italiane e del Sud Europa. Inoltre, negli ultimi decenni, le autorità locali hanno avviato l'implementazione di politiche di sviluppo urbano di tipo integrato Trasporti-Territorio, che hanno interessato gran parte del territorio comunale.

La struttura insediativa della città di Napoli è caratterizzata da un patrimonio edilizio prevalentemente storico, una struttura socio-economica in crisi strutturale, influenzata dall'hinterland urbano circostante, e un'estesa dotazione di infrastrutture di trasporto pubblico su ferro, ma con bassi livelli di servizio.



Figura 6: Territorio comunale della Città di Napoli con la perimetrazione dei diversi quartieri.

Un ulteriore aspetto che ha influito sulla scelta di questo caso studio è la conoscenza pregressa e approfondita, da parte del gruppo di ricerca di afferenza (TeMA Lab), delle dinamiche socio-economiche e insediative che hanno interessato la città negli ultimi decenni (R Fistola & Papa, 1998; R Papa, 2010). Tale conoscenza dell'area di studio analizzata è risultata particolarmente utili nella fase di verifica degli output ottenuti a seguito dell'applicazione della metodologia GIS sviluppata.

In accordo con quanto detto precedentemente, la Città di Napoli può essere considerata come un esempio per l'implementazione delle politiche di sviluppo integrato, che hanno conciliato la costruzione di nuove infrastrutture di trasporto su ferro (metropolitane) con la realizzazione di interventi di riqualificazione e sviluppo urbano. La nuova offerta di trasporto pubblico su ferro, ha stimolato anche l'avvio di una fase di recupero e rigenerazione delle aree limitrofe ai nodi di trasporto. Il primo documento programmatico comunale di riferimento per le politiche di governo del territorio in cui vengono descritte le motivazioni che hanno orientato lo sviluppo urbano della città verso un'integrazione tra la realizzazione delle nuove infrastrutture di trasporto e i processi di trasformazione urbana, è stato approvato nel 1994. Seguendo tali indicazioni generali, negli anni successivi, l'amministrazione comunale ha messo a punto degli ulteriori strumenti per il governo della città, come il Piano Comunale dei Trasporti (1997), il Piano della Rete Stradale Primaria (2000), il Piano delle 100 Stazioni (2003) e la Variante al PRG (2004). Contemporaneamente anche le autorità amministrative della Campania e della Provincia di Napoli hanno redatto e approvato una serie di strumenti normativi e programmatici, tra cui la Legge Regionale di Riforma del Sistema della Mobilità (2002) e la proposta di Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (2007), che hanno favorito ulteriormente l'implementazione di strategie di sviluppo integrato Trasporti-Territorio.

Il filo conduttore di tali documenti è stata la volontà di associare alle trasformazioni del tessuto urbano anche la realizzazione di nuove infrastrutture di trasporto su ferro. In particolare, viene sottolineata l'urgenza di favorire l'interconnessione tra queste le due differenti componenti del sistema urbano, al fine di integrare il governo delle trasformazioni urbane e territoriali con la pianificazione delle infrastrutture di trasporto. Quindi uno degli elementi innovativi, che emerge, è il ruolo della rete di trasporto pubblico su ferro che deve favorire processi di riqualificazione di ampie aree della città, sia centrali che periferiche

(Cascetta & Pagliara, 2008). Tramite l'impiego di questo nuovo approccio integrato, l'intera area metropolitana di Napoli è stata interessata da consistenti investimenti che hanno riguardato la costruzione di nuove linee su ferro e stazioni di interscambio intermodale. Questo ha generato un incremento dei livelli di accessibilità, in particolare nelle aree in prossimità delle stazioni, favorendo l'avvio di processi di trasformazione che hanno interessato intere porzioni di città. Nelle Norme di Attuazione, il nuovo Piano Regolatore, individua un ambito urbano specifico (Ambito n. 30) che comprende sia le stazioni sia i nodi d'interscambio. Tali norme regolano la possibilità di interventi in modo da consentire "la massima accessibilità ai territori serviti, la riqualificazione dell'edilizia e della viabilità ricadente nel loro ambito e la introduzione di nuove funzioni e di nuovi servizi che siano d'impulso per localizzazioni di attività economiche finalizzate alla valorizzazione dei luoghi dell'interconnessione" (Comune di Napoli, 2004).

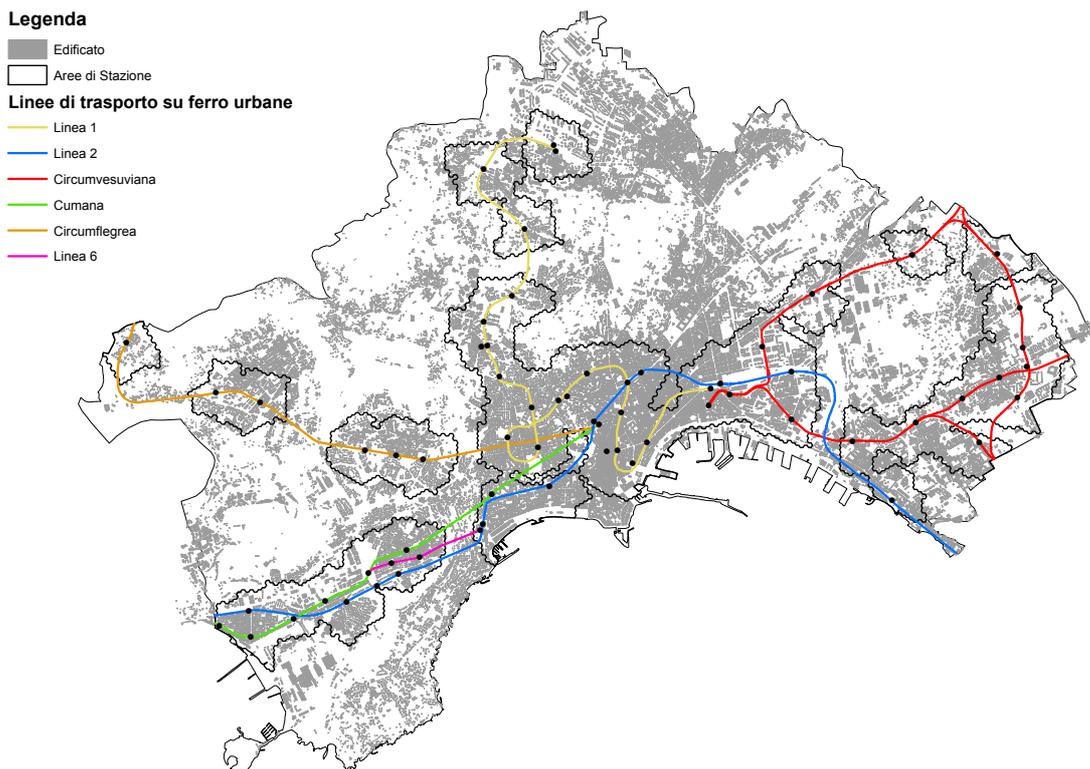


Figura 7: Infrastrutture su ferro e aree di stazioni localizzate nel territorio comunale di Napoli.

Le indicazioni del nuovo PRG, sono state esplicitate ulteriormente all'interno del Piano delle 100 Stazioni, in cui alle stazioni e ai nodi di interscambio è assegnato il ruolo di essere dei punti chiave intorno ai quali avviare processi di riqualificazione e sviluppo urbano (Napoli,

2003). L'innovazione principale di questo piano è quello di aver sviluppato uno strumento urbanistico che definisce interventi sia sulla rete su ferro sia per la realizzazione d'interventi di riqualificazione del tessuto urbano

Tabella 3: Dati relativi alle infrastrutture su ferro urbane e alle caratteristiche socio-economiche per le aree di stazione localizzate nel comune di Napoli calcolati tramite elaborazione dei dati relativi al censimento Popolazione e Abitazioni Istat del 2011.

Infrastrutture su ferro	N° di Stazioni	Popolazione	Addetti	Unità Locali
Linea 1	18	464.594	251.487	55.823
Linea 2	10	180.509	72.717	18.417
Circumvesuviana	16	162.676	71.614	13.673
Cumana	8	126.491	39.289	10.666
Circumflegrea	7	107.084	21.476	7.087
Linea 6	4	70.477	24.889	7.298
Network Napoli	62	1.111.833	481.471	112.965

Il piano definisce l'importanza di intervenire su particolari aspetti, che riguardano la qualità architettonica, decorativa e funzionale degli edifici di stazione e sulle aree limitrofe le stazioni, quali luoghi dotati di un livello di accessibilità, che li rende in grado di accogliere nuove attività urbane. Nel piano, viene considerato anche che non tutte le stazioni posseggono le stesse caratteristiche di accesso, e vengono individuati anche alcuni aspetti che ne consentono la classificazione, quali: l'orografia della città, la localizzazione, la presenza di barriere infrastrutturali, la distanza delle residenze e degli attrattori dal nodo di trasporto (E. Papa & Trifiletti, 2010). Questi aspetti caratterizzano maggiormente quelle aree di stazione a servizio della città periferica (edilizia degli anni Cinquanta e Sessanta, edilizia abusiva degli anni Ottanta e Novanta o edilizia economica e popolare), in quanto collocate lontano dalle residenze, dai servizi e non facilmente accessibili dalla viabilità principale (ANCE, 2004). Un elemento che viene ritenuto chiave nell'individuazione degli interventi, è l'accessibilità pedonale, che viene calcolata in base ad un tempo di accesso medio alla stazione pari a otto minuti e mezzo (Napoli, 2003). In base a tale tempo, il piano delimita le aree di influenza delle stazioni all'interno delle quali individua una serie di interventi, che sono:

- *Gli interventi sugli edifici delle stazioni esistenti* tramite la costruzione di nuovi accessi per ampliare l'area di influenza delle stazioni collocate in aree acclivi, per servire aree densamente abitate, per superare lo sbarramento costituito dalle barriere infrastrutturali, la ristrutturazione edilizia o di riqualificazione per l'adeguamento alle norme per il superamento delle barriere architettoniche e alle norme per la sicurezza antincendio;

- *Gli interventi sulla viabilità intorno alle stazioni* tramite la mitigazione degli attraversamenti su strade di grande traffico, la riqualificazione ai fini della pedonalizzazione, la realizzazione di nuove strade per ridurre le distanze verso gli accessi di stazione.
- *Gli interventi di terzi*, che consistono in azioni da parte di proprietari o di gestori di attrezzature di interesse comunale che ricadono nell'area di influenza della stazione al fine di eliminare le barriere esistenti ai punti di ingresso alla rete del trasporto pubblico.
- *Gli interventi per la intermodalità* tramite la realizzazione di parcheggi d'interscambio, di terminal bus delle linee urbane, extraurbane e regionali e per bus turistici.

Gli interventi integrati previsti dal Piano delle 100 Stazioni interessano tutto il territorio comunale, per poter meglio analizzare gli impatti generatisi nel corso degli anni, è stata utilizzata la suddivisione del territorio comunale, in fasce urbane, proposta dall'Agenzia dell'Entrate.

Legenda

Corone Urbane

- Corona Centrale
- Corona Semi-Centrale
- Corona Periferica
- Corona Sub-Urbana

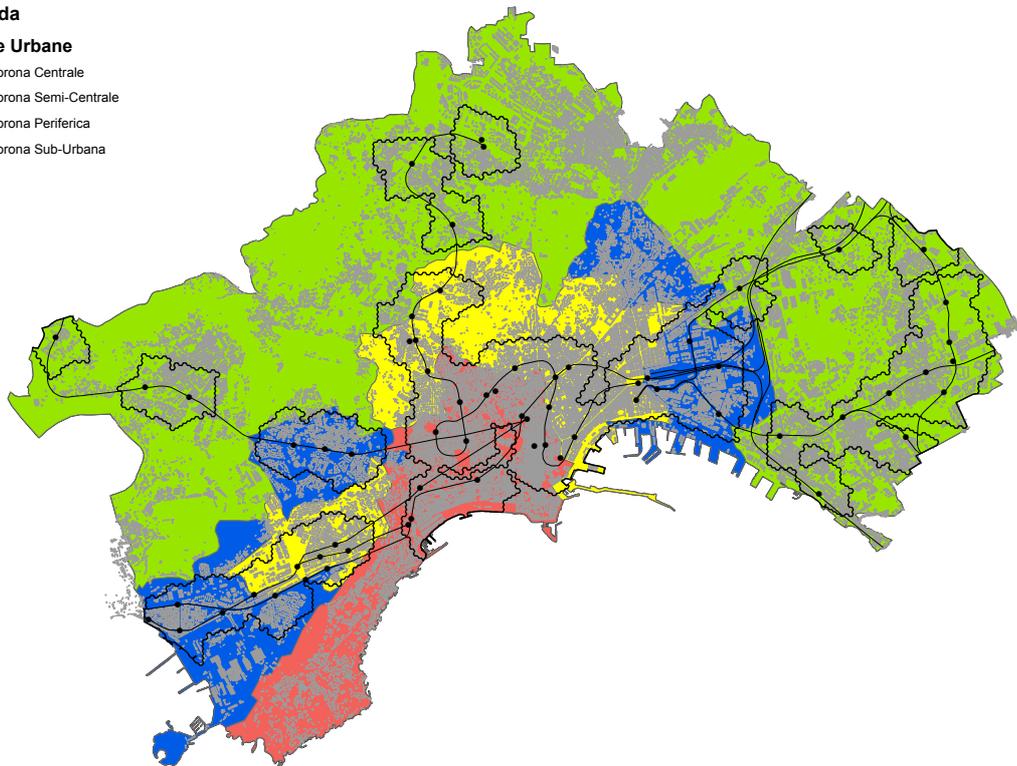


Figura 8: Suddivisione del territorio comunale di Napoli nelle quattro fasce urbane individuate dall'Agenzia delle Entrate.

Tale suddivisione del territorio comunale è stata introdotta dall’Agenzia dell’Entrate nell’ambito degli studi relativi alle quotazioni immobiliari, tramite l’individuazione differenti aree territoriali con precisa collocazione geografica nel comune analizzato e rispecchiano, in generale, una collocazione urbanistica consolidata (Centrale, Semicentrale, Periferica, Suburbana, Rurale). Nell’analizzare i dati per le singole fasce, riportati nelle Tabella 3 e Tabella 4, bisogna tener conto che i valori di popolazione calcolati rappresentano il numero totale di residenti serviti, ottenuto dalla somma dei valori assegnati alle singole celle per ognuna delle aree di stazione. Quindi, nel valutare questi valori in particolar modo per le aree centrali, vi è una sovrapposizione delle aree di stazioni appartengono anche a linee diverse. In altri termini, la popolazione residente in una cella che è servita da due o più stazioni viene sommata più volte a seconda del numero di aree di stazione da cui è interessata.

Tabella 4: Sono riportati i dati al 2011 relativi alle quattro fasce urbane individuate nel territorio comunale di Napoli (elaborazione dati Istat, 2011).

Fasce Urbane	Popolazione	Addetti	Unità Locali
Fascia Centrale	204.038	84.800	26.604
Fascia Semi-Centrale	272.387	115.458	24.186
Fascia Periferica	120.865	53.244	8.911
Fascia Sub-Urbana	359.570	61.488	12.444
Napoli	956.919	314.995	72.145

In questo studio, per ciascun indicatore viene effettuato un confronto dei valori calcolati per le singole aree di stazione con i valori per l’intera città, per le rispettive fasce urbane e i quartieri, al fine di verificare l’esistenza di differenti comportamenti derivanti dalla realizzazione di interventi integrati.

4.1.1 Gli indicatori di Densità

Nei successivi paragrafi sono riportati e descritti, con l'ausilio di grafici, tabelle e mappe, i risultati numerici ottenuti a seguito del calcolo degli indicatori di densità relativi alla popolazione residente, addetti e unità locali per il territorio comunale di Napoli. I valori di densità di seguito riportati e descritti sono stati calcolati per ogni singola cella GRIDEX e successivamente aggregati per stazione, per linea e per l'intera area di studio.

4.1.1.1 Densità di Popolazione

Questo paragrafo descrive i risultati ottenuti dal calcolo dell'indicatore di densità della popolazione residente per il territorio comunale di Napoli, nell'intervallo temporale dal 1991 al 2011. I risultati mostrano che l'unica linea interessata da un incremento della densità della popolazione residente nell'arco dei venti anni di analisi è la linea Circumvesuviana. Se invece il periodo di osservazione 2001-2011 si può osservare un incremento della densità di popolazione nella linea 1 e nella linea Circumvesuviana.

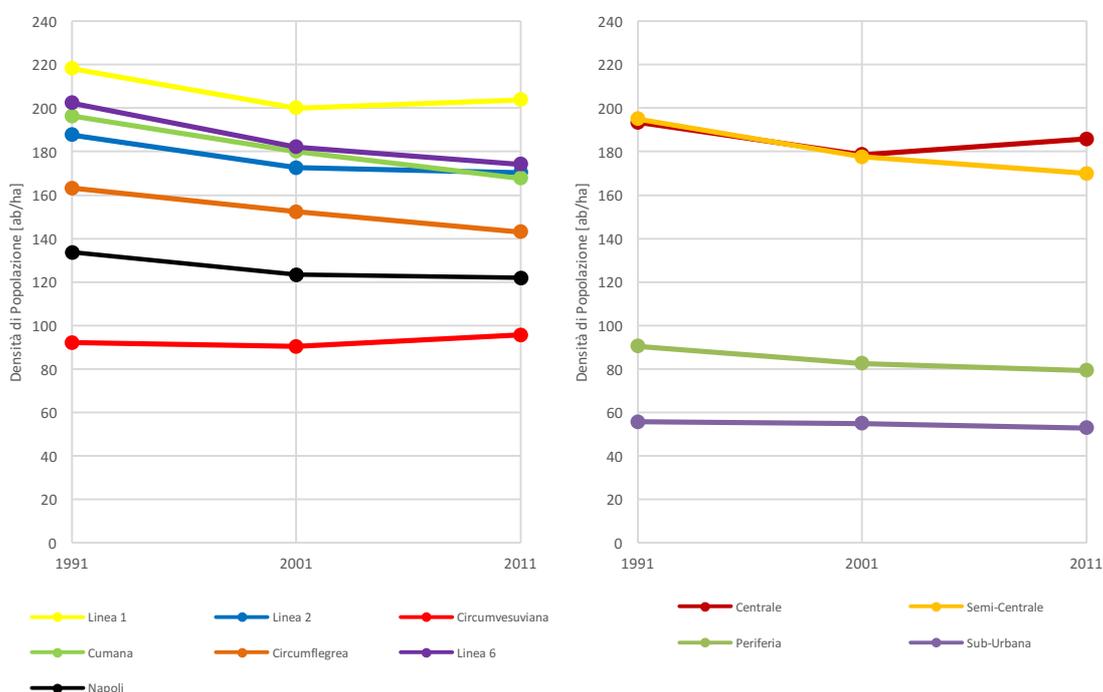


Figura 9: Confronto tra la variazione della densità di popolazione residente nell'intero Comune di Napoli e le linee di trasporto su ferro presenti nel territorio comunale di Napoli.

Figura 10: Variazione della densità di popolazione residente nelle differenti fasce urbane del Comune di Napoli.

Tramite i dati calcolati per le singole aree di stazione della linea 1, si può notare che quasi tutte le stazioni, ad eccezione di quelle aperte dopo il 2011 e della stazione di Chiaiano, sono

interessate da una riduzione della densità di popolazione. Questo calo è particolarmente significativo (-37%) nella stazione Colli Aminei tra il 2001 e il 2011. Inoltre, si può notare che per le aree di stazione aperte prima del 2011 vi è una diminuzione della densità maggiore rispetto a quella delle tre fasce di riferimento per la linea 1, ad eccezione delle stazioni di Vanvitelli, Materdei e Dante.

Tabella 5: Densità di Popolazione relativa alle aree di stazione della linea 1.

Stazioni	Densità di Popolazione [ab/ha]			Variazione % densità di Popolazione		
	1991	2001	2011	1991-2001	2001-2011	1991-2011
Piscinola ⁺	194	178	153	-8%	-14%	-21%
Chiaiano	88	91	90	4%	-1%	3%
Frullone	44	42	43	-5%	2%	-4%
Fascia Sub-Urbana	56	55	53	-5%	-4%	-1%
Colli Aminei	106	92	71	-14%	-23%	-34%
Policlinico	129	112	102	-13%	-9%	-21%
Rione Alto	204	177	167	-13%	-6%	-18%
Montedonzelli	323	285	265	-12%	-7%	-18%
Fascia Semi-Centrale	195	178	170	-13%	-4%	-9%
Medaglie d'oro	349	310	299	-11%	-4%	-14%
Vanvitelli ⁺	269	244	252	-9%	3%	-7%
Quattro Giornate	347	315	302	-9%	-4%	-13%
Salvator Rosa	352	316	301	-10%	-5%	-14%
Materdei	319	301	286	-6%	-5%	-10%
Museo ⁺	260	249	258	-4%	4%	-1%
Dante	241	227	241	-6%	6%	0%
Toledo*	242	232	251	-4%	8%	4%
Municipio*	136	132	204	-3%	54%	50%
Fascia Centrale	193	179	186	-4%	4%	-8%
Università*	123	113	148	-8%	31%	20%
Garibaldi* ⁺	202	183	237	-9%	30%	18%
Fascia Semi-Centrale	195	178	170	-13%	-4%	-9%

Note: * Stazioni aperte dopo il 2011; ⁺ Stazione d'interscambio.

Un ulteriore spunto di riflessione che si può trarre dall'analisi di questi dati, è legato ai valori registrati nelle stazioni d'interscambio di Vanvitelli e Museo, dove la diminuzione della densità di popolazione risulta inferiore sia alle stazioni presenti nello stesso tratto della linea analizzata sia ai valori della fascia Centrale. Nella mappa in Figura 11 è riportata la variazione della densità di popolazione residente tra il 1991 e il 2011 per la stazione della linea 1 di Vanvitelli. Si può notare che le diminuzioni maggiori della densità si registrano in prossimità della stazione e lungo gli assi stradali che conducono ad essa. Mentre le altre aree, interessate da una diminuzione della densità di popolazione, sono localizzate in prossimità delle altre due

stazioni della linea 1 (Medaglie d'oro e Quattro Giornate) che ricadono all'interno dell'area di stazione di Vanvitelli. Tali variazioni negative della densità di popolazione possono essere dovute ad una variazione della destinazione d'uso dell'area causata da nuove esigenze insediative (ad esempio maggiore richiesta di unità immobiliari da destinare ad attività professionali).

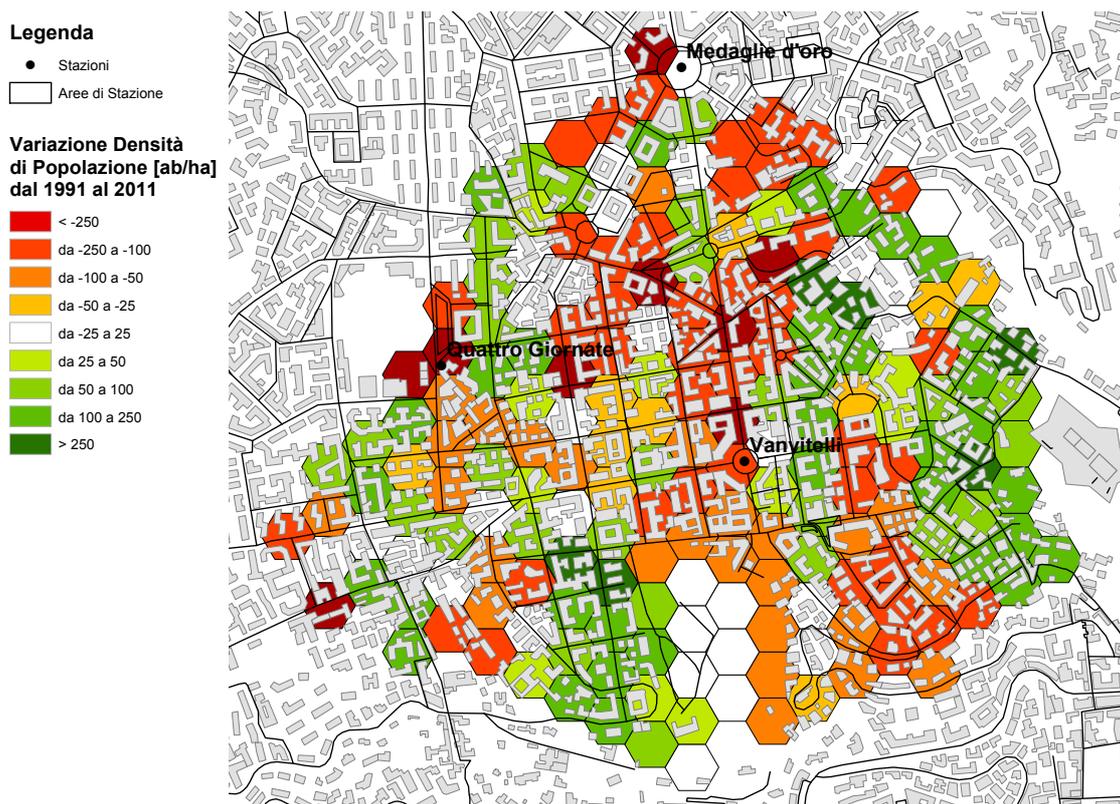


Figura 11: Variazione densità della Popolazione residente per la stazione di Vanvitelli tra il 1991 e il 2011.

4.1.1.2 Densità di Addetti

In questo paragrafo sono riportati i risultati relativi al secondo indicatore di densità, che consente di calcolare la variazione della densità degli addetti nelle aree di stazione. Osservando i valori medi delle variazioni per le singole linee, riportati nella Figura 12 , si può notare che vi sono incrementi della densità per tutte le linee esclusivamente tra il 1991 e il 2001. Nel secondo periodo d'analisi, dal 2001 al 2011, i valori della densità tendono a diminuire per le linee Cumana, Circumflegrea e Linea 2. In particolare le prime due linee precedentemente citate al 2011 registrano valori di densità media inferiori rispetto a quelli del 1991. Nella Figura 13 si può osservare come le stazioni di Colli Aminei, Policlinico e Rione alto,

nei venti anni di osservazione, sono state interessate da un significativo incremento degli addetti, superiore rispetto ai valori della fascia Semi Centrale.

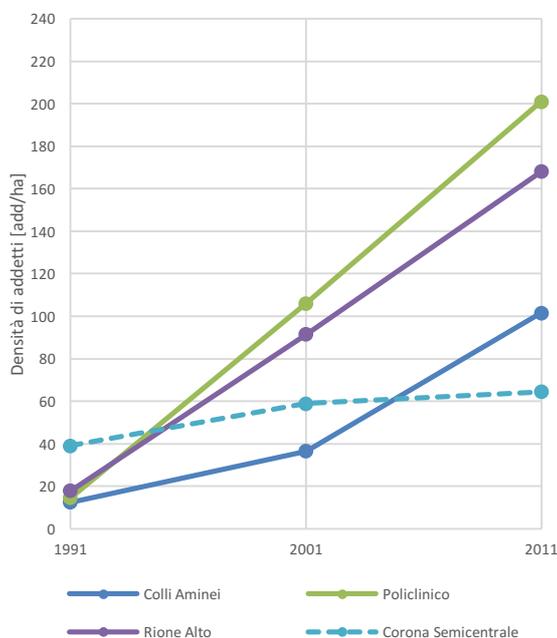
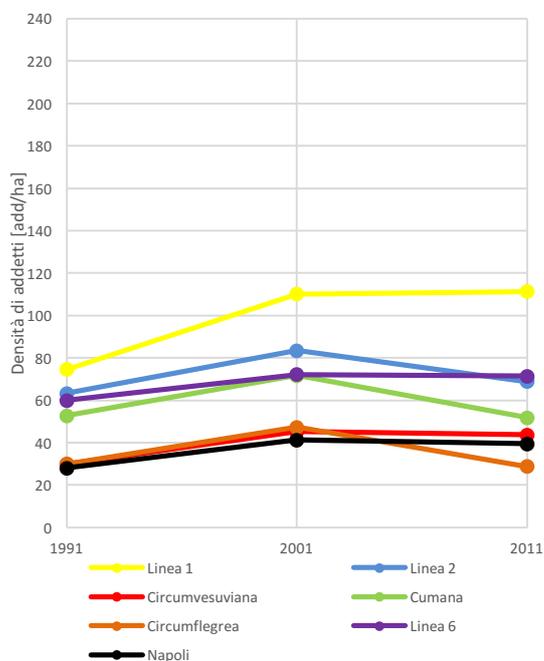


Figura 12: Confronto tra la variazione della densità di addetti nell'intero Comune di Napoli e le aree di stazione servite dalle linee di trasporto su ferro presenti nel territorio comunale di Napoli.

Figura 13: Variazione della densità degli addetti in alcune delle stazioni della linea 1 localizzate nella fascia Semi-Centrale.

Analizzando i dati relativi alla densità media di addetti per le singole aree di stazione della linea 6, si può osservare che per le stazioni di Mostra, Augusto e Lala, le variazioni percentuali nel periodo 1991-2011, risultano essere inferiori rispetto ai risultati della Fascia Periferica.

Tabella 6: Densità media e variazione percentuale degli Addetti nelle aree di stazione della linea 6.

Stazioni	Densità Addetti [add/ha]			Variazione % densità Addetti		
	1991	2001	2011	1991-2001	2001-2011	1991-2011
Mostra ⁺	67	62	47	-8%	-23%	-29%
Augusto	58	59	47	2%	-21%	-20%
Lala	30	46	40	51%	-13%	32%
Fascia Periferia	18	31	29	68%	-5%	61%
Mergellina ⁺	84	122	152	45%	24%	80%
Fascia Centrale	49	67	56	36%	-16%	14%
Città di Napoli	28	41	40	47%	-4%	41%

Note: ⁺ Stazione d'interscambio.

La stazione di Mergellina presenta un incremento percentuale della densità di addetti maggiore rispetto al valore della Fascia Centrale e a quello relativo all'intero territorio della città di Napoli.

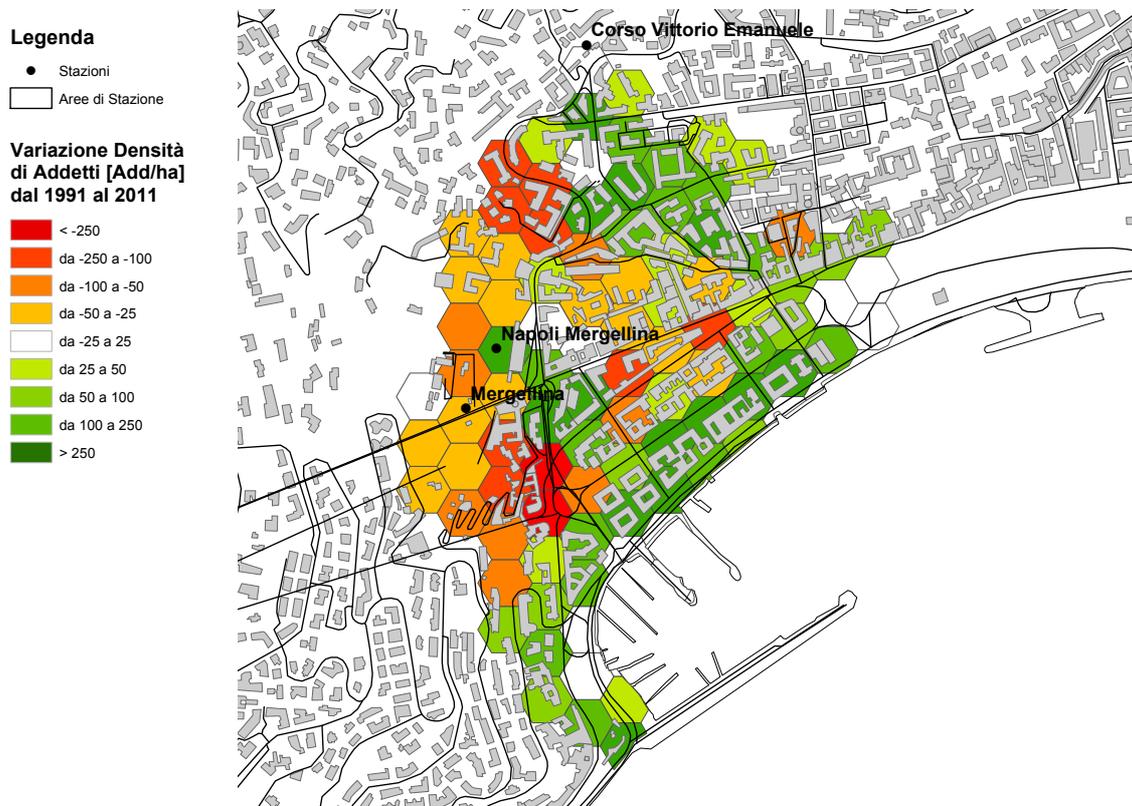


Figura 14: Variazione densità di Addetti per la stazione di Mergellina della linea 6 tra il 1991 e il 2011.

4.1.1.3 Densità Unità Locali

I risultati ottenuti dal calcolo dell'indicatore relativo alla densità media delle Unità Locali mostrano un incremento della densità di unità locali in tutte le linee nel periodo d'analisi dal 1991 al 2001 (Figura 15). Dal 2001 al 2011 si può osservare una diminuzione della densità per le linee Cumana e Circumflegrea, mentre la linea 1 e la linea 6 sono interessate da un incremento positivo della densità ripetitivamente del 6% e 8% (Figura 15).

La Figura 16 che riporta i valori della densità media di Unità Locali per le stazioni di Piazza Amedeo e Mergellina, si può osservare che per le due stazioni si verificano incrementi della densità superiori rispetto al quartiere e alla Fascia Urbana in cui sono localizzate, questo indica una maggiore dinamicità da parte di queste due aree di stazione nell'attrarre nuove unità locali rispetto alle altre aree limitrofe.

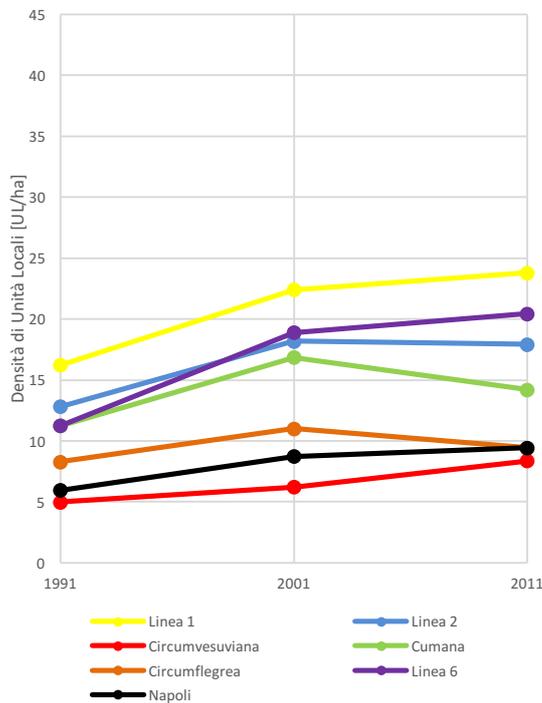


Figura 15: Confronto tra la variazione della densità di unità locali nelle aree di stazione servite dalle linee di trasporto su ferro presenti nel territorio comunale di Napoli.

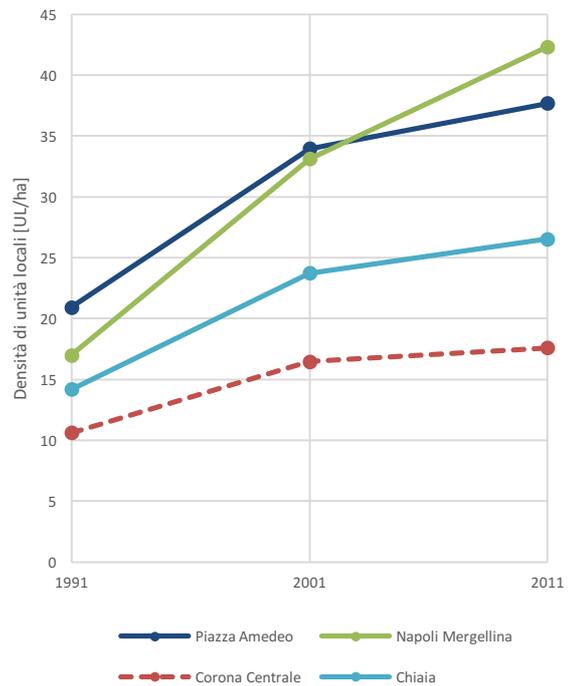


Figura 16: Variazione della densità di unità locali per le cinque fasce e per l'intero Comune di Napoli.

Dai dati relativi alle singole stazioni della linea 2 si può notare che per le stazioni di Piazza Cavour e Montesanto FS si registra una diminuzione della densità di unità locali sia rispetto ai valori del 1991 sia rispetto ai valori al 2001 Figura 17.

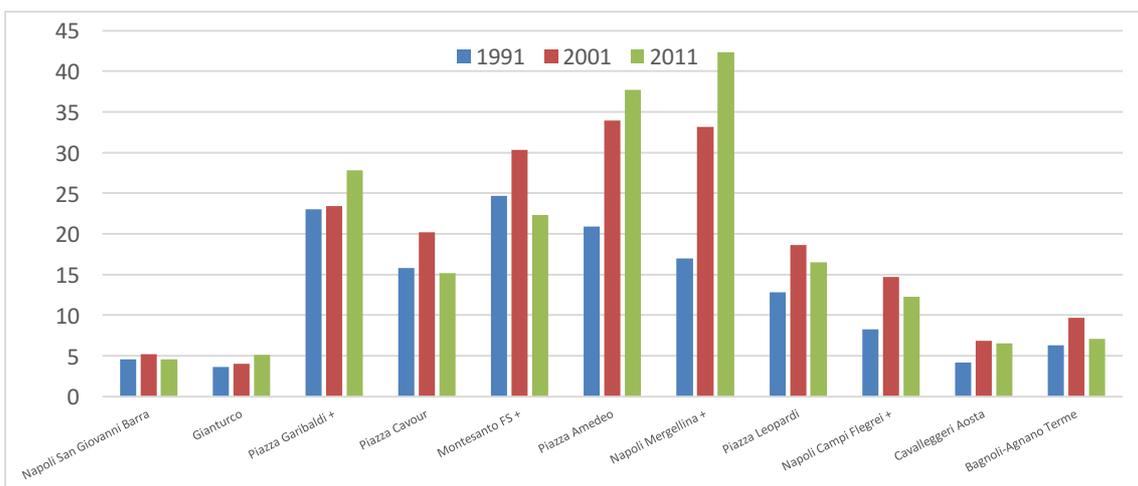


Figura 17: Densità media delle Unità Locali nelle aree di stazione della linea 2 dal 1991 al 2011.

Nella Figura 18 sono riportate le variazioni della densità di Unità Locali per le singole celle GRIDEX nell'area di stazione di Corso Vittorio Emanuele della linea Cumana tra il 1991 e il 2011.

Per l'intera area di stazione si registra un incremento medio della densità di Unità Locali pari al +69% nel periodo dal 1991 al 2011, con un incremento nel primo intervallo temporale del +44% e nel secondo intervallo del +18%. Nel valutare inoltre i risultati positivi di questa stazione si deve tener conto anche della vicinanza della stazione d'intercambio di Mergellina. Pertanto, come già sottolineato in precedenza la presenza, di una maggiore offerta di trasporto tende ad accentuare fenomeni di trasformazione dell'uso del suolo e di cambiamento delle caratteristiche socio-economiche.



Figura 18: Variazione della densità di Unità Locali per la stazione di Corso Vittorio Emanuele della linea Cumana tra il 1991 e 2011.

4.1.2 Gli indicatori di prossimità

Sono riportati e descritti con l'ausilio di tabelle, grafici e mappe i risultati ottenuti dal calcolo degli indicatori di Prossimità, per le aree di stazione presenti nel territorio comunale di Napoli. In accordo con quanto illustrato nel precedente capitolo, questo indicatore può essere calcolato solo per le aree di stazione e non per tutto il territorio comunale analizzato, in quanto ai fini del calcolo vi è la necessità di conoscere la distanza su rete che separa la singola cella GRIDEX dall'uscita della stazione analizzata. Al fine di facilitare l'interpretazione dei risultati ottenuti dal calcolo dell'indicatore di prossimità, sono riportati anche i dati relativi alla popolazione, agli addetti e alle unità locali localizzate nelle aree di stazione. Nell'analizzare questi dati bisogna tener conto che nel caso di sovrapposizioni delle aree di stazioni vi è un doppio conteggio, in quanto l'indice di prossimità per una cella GRIDEX che è accessibile da due stazioni viene calcolato per entrambe le stazioni. I valori di popolazione, addetti e unità locali riportati di seguito sono quindi valori teorici.

4.1.2.1 Prossimità popolazione residente

Analizzando i risultati, ottenuti dall'aggregazione per singola linea dei valori calcolati per le celle GRIDEX appartenenti alle aree di stazione, si può osservare che la linea 1 pur subendo una diminuzione della popolazione residente in termini percentuali del -7%, registra un calo dell'indicatore di prossimità del -4%. Questa variazione negativa indica che la popolazione presente nelle aree di stazione diminuisce, ma tende a ricollocarsi in zone più prossime alle stazioni di questa linea. Tale fenomeno si verifica anche per le stazioni della linea 2 e 6, anche se in termini quantitativi minori rispetto alla linea 1.

Tabella 7: Confronto tra la variazione di popolazione residente e la variazione dell'indice di prossimità tra il 1991 e 2011 per le aree di stazione delle linee ferroviarie urbane presenti nel comune di Napoli.

Linee	Popolazione			Indicatore di Prossimità		
	1991	2001	2011	1991	2001	2011
Linea 1	495.540	455.259	464.594	0,1887	0,1725	0,1809
Linea 2	196.187	180.348	180.509	0,1643	0,1511	0,1536
Circumvesuviana	156.245	153.702	162.676	0,0829	0,0801	0,0877
Cumana	145.401	132.808	126.491	0,1810	0,1658	0,1583
Circumflegrea	122.225	113.484	107.084	0,1422	0,1324	0,1247
Linea 6	82.788	74.317	70.477	0,1914	0,1717	0,1615

Tabella 8: Confronto tra la variazione di popolazione residente e la variazione dell'indicatore di prossimità tra il 1991 e 2011 per le aree di stazione della linea 2.

Stazioni	Popolazione			Indicatore di Prossimità		
	1991	2001	2011	1991	2001	2011
Napoli San Giovanni Barra	11.718	10.623	10.107	0,149	0,135	0,124
Gianturco	4.893	4.515	5.033	0,037	0,034	0,035
Piazza Garibaldi +	28.350	25.951	31.979	0,168	0,153	0,206
Piazza Cavour +	29.404	28.515	27.902	0,224	0,219	0,225
Montesanto FS +	23.998	22.723	23.660	0,230	0,217	0,242
Piazza Amedeo +	16.829	15.635	14.030	0,161	0,150	0,132
Napoli Mergellina +	9.568	8.903	8.840	0,159	0,146	0,146
Piazza Leopardi	21.504	18.941	17.765	0,207	0,183	0,171
Napoli Campi Flegrei +	14.528	12.989	9.722	0,167	0,150	0,117
Cavalleggeri Aosta	17.700	15.487	16.654	0,126	0,112	0,136
Bagnoli-Agnano Terme	17.696	16.065	14.819	0,179	0,163	0,156

Note: + Stazione d'interscambio.

Analizzando nel dettaglio i dati relativi alle singole stazioni della linea 2 si può notare, anche a questo livello di dettaglio, che per alcune stazioni pur diminuendo la popolazione, tra il 1991 e 2011, l'indicatore di prossimità è aumentato. Questo sta ad indicare che in queste stazioni vi è stata una progressiva rilocalizzazione dei residenti nell'arco dei venti anni di analisi nei pressi dei nodi di stazione.

4.1.2.2 Prossimità addetti

Analizzando i risultati ottenuti per l'indicatore di prossimità per le linee ferroviarie urbane presenti nel territorio comunale di Napoli, si può notare che nelle aree di stazione della linea Cumana, tra il 1991 e 2011, pur diminuendo il numero di addetti tende ad aumentare il valore dell'indicatore di prossimità; tale andamento può indicare che vi è stato, nell'arco del periodo d'analisi, una tendenza a localizzarsi in prossimità stazioni. Analogo fenomeno si è verificato per la linea 6, ma in questo caso gli addetti sono cresciuti in termini percentuali del 9% e l'indice di prossimità del 22%.

Tabella 9: Confronto tra la variazione degli addetti e la variazione dell'indice di prossimità tra il 1991 e 2011 per le linee ferroviarie urbane presenti nel comune di Napoli.

Linee	Addetti			Indicatore di Prossimità		
	1991	2001	2011	1991	2001	2011
Linea 1	174.733	256.854	251.487	0,0713	0,1022	0,0997
Linea 2	68.748	87.717	72.717	0,0593	0,0773	0,0660
Circumvesuviana	47.887	73.568	71.614	0,0290	0,0404	0,0388
Cumana	42.026	55.562	39.289	0,0505	0,0654	0,0506
Circumflegrea	22.065	35.015	21.476	0,0290	0,0421	0,0262
Linea 6	22.857	26.570	24.889	0,0545	0,0674	0,0664

Analizzando ulteriormente i dati aggregati per linee, si può osservare che la linea Circumvesuviana, tra il 1991 e il 2011, pur registrando un incremento degli addetti di circa il 50% ha un incremento percentuale dell'indicatore di prossimità di circa il 34%, ciò indica che nella localizzazione degli addetti non si è tenuto conto della stazione.

Per comprendere i risultati ottenuti per l'intera linea, di seguito sono riportati i dati relativi alle singole aree di stazione della linea Circumvesuviana. Dall'analisi si può comprendere che nelle stazioni di Napoli Porta Nolana e Santa Maria del Pozzo, ad una diminuzione percentuale degli addetti è corrisposta un calo dell'indicatore di Prossimità maggiore e questo indica una rilocalizzazione degli addetti nelle aree della stazione più lontane dalla stazione. Fenomeno inverso si è verificato nelle stazioni evidenziate in verde in cui gli addetti tendono ad avvicinarsi maggiormente alla stazione Tabella 10. Questi risultati possono essere d'aiuto per l'implementazione di futuri interventi integrati Trasporti-Territorio volti a migliorare la prestazione di tali indice al fine di orientare gli spostamenti verso il trasporto su ferro.

Tabella 10: Confronto tra la variazione di addetti e l'indice di prossimità tra il 1991 e 2011 per le stazioni della linea 2.

Stazioni	Addetti			Indicatore di Prossimità		
	1991	2011	Δ%	1991	2011	Δ%
Napoli Porta Nolana	13.045	12.267	-6%	0,1497	0,1277	-15%
Garibaldi EAV ⁺	13.569	15.404	14%	0,1356	0,1523	12%
Via Gianturco	6.147	5.023	-18%	0,0561	0,0493	-12%
San Giovanni a Teduccio	2.192	2.638	20%	0,0213	0,0269	26%
Barra	1.937	1.362	-30%	0,0146	0,0100	-31%
Santa Maria del Pozzo	470	461	-2%	0,0058	0,0050	-14%
Centro Direzionale	6.134	25.206	311%	0,0488	0,1811	271%
Poggioreale	1.557	3.032	95%	0,0114	0,0229	101%
Botteghele	155	24	-84%	0,0017	0,0003	-84%
Madonnelle	152	468	207%	0,0013	0,0040	202%
Argine Palasport	40	637	1495%	0,0003	0,0041	1395%
Villa Visconti	86	769	792%	0,0007	0,0057	761%
Vesuvio De Meis	157	897	472%	0,0012	0,0066	472%
Bartolo Longo	657	1.105	68%	0,0038	0,0078	103%
Officine Ponticelli	642	596	-7%	0,0068	0,0073	9%
Ponticelli	946	1.723	82%	0,0049	0,0103	109%

Note: ⁺ Stazione d'interscambio.

4.1.2.3 Prossimità unità locali

Tramite l'interpretazione dei dati relativi alla variazione dell'indicatore di prossimità per le unità locali, nell'intervallo temporale dal 1991 al 2011, si può osservare che per la linea 2 si è avuto un incremento percentuale del 43% dell'indicatore di Prossimità rispetto ad una crescita del 34% del numero di unità locali. Analogo fenomeno si verifica anche per la linea 6 dove l'aumento delle unità locali è pari al 69% e la crescita dell'indicatore di prossimità è del 73%. Per le altre linee si può osservare un sostanziale equilibrio tra la variazione delle unità locali e quella dell'indicatore di prossimità.

Tabella 11: Confronto tra la variazione delle Unità Locali e la variazione dell'indice di prossimità tra il 1991 e 2011 per le aree di stazione delle linee ferroviarie urbane presenti nel territorio comunale di Napoli.

Infrastrutture su ferro	Unità Locali			Indicatore di Prossimità		
	1991	2001	2011	1991	2001	2011
Linea 1	37.868	52.674	55.823	0,0153	0,0208	0,0218
Linea 2	13.705	18.731	18.417	0,0119	0,0169	0,0170
Circumvesuviana	7.971	10.045	13.673	0,0047	0,0058	0,0077
Cumana	8.416	12.439	10.666	0,0106	0,0161	0,0137
Circumflegrea	6.160	8.210	7.087	0,0078	0,0102	0,0088
Linea 6	4.312	7.090	7.298	0,0110	0,0183	0,0190

Dai dati relativi alle singole aree di stazione della linea 2 si può osservare che per alcune stazioni (quelle evidenziate in verde in Tabella 12) si registrano incrementi percentuali dell'indicatore di prossimità maggiori rispetto alla variazione delle unità locali, particolarmente interessante è la stazione di Cavalleggeri d'Aosta dove l'incremento percentuale dell'indicatore di prossimità è doppio.

Tabella 12: Confronto tra la variazione delle Unità Locali e la variazione dell'indicatore di prossimità tra il 2001 e 2011 per le aree di stazione della linea 2. ⁺ Stazione d'interscambio.

Stazioni	Unità Locali			Indicatore di Prossimità		
	1991	2011	Δ%	1991	2011	Δ%
Napoli San Giovanni Barra	316	316	0%	0,0039	0,0044	12%
Gianturco	406	576	42%	0,0037	0,0056	51%
Piazza Garibaldi ⁺	3.181	3.847	21%	0,0232	0,0282	22%
Piazza Cavour ⁺	1.640	1.577	-4%	0,0134	0,0140	5%
Montesanto FS ⁺	2.118	1.913	-10%	0,0226	0,0214	-5%
Piazza Amedeo ⁺	2.133	3.842	80%	0,0195	0,0356	83%
Napoli Mergellina ⁺	961	2.391	149%	0,0156	0,0359	129%
Piazza Leopardi	1.199	1.542	29%	0,0114	0,0152	33%
Napoli Campi Flegrei ⁺	699	1.033	48%	0,0079	0,0122	54%
Cavalleggeri Aosta	446	695	56%	0,0036	0,0072	101%
Bagnoli-Agnano Terme	607	684	13%	0,0061	0,0070	14%

4.1.3 Gli indicatori di Mix Funzionale

Nei seguenti paragrafi sono riportati e descritti, con l'ausilio di mappe, grafici e tabelle i risultati relativi al calcolo dei tre indicatori di Mix Funzionale per il territorio comunale di Napoli, nell'intervallo temporale d'osservazione dal 1991 al 2011. Questi indicatori come descritto anche nel precedente capitolo, consentono di quantificare il rapporto tra popolazione residente e gli addetti presenti in ogni singola cella GRIDEX. I tre indicatori si distinguono oltre che per le modalità di calcolo anche per la tipologia di addetti considerati nel confronto con i dati della popolazione residente.

4.1.3.1 Job-Housing

Tramite l'osservazione dei risultati ottenuti dal calcolo di questo indicatore di mix funzionale emerge che la gran parte delle aree interessate da variazioni percentuali significative (positive e negative), nell'intervallo temporale dal 1991 al 2011, sono localizzate in prossimità delle stazioni delle linee su ferro urbane (Figura 19).

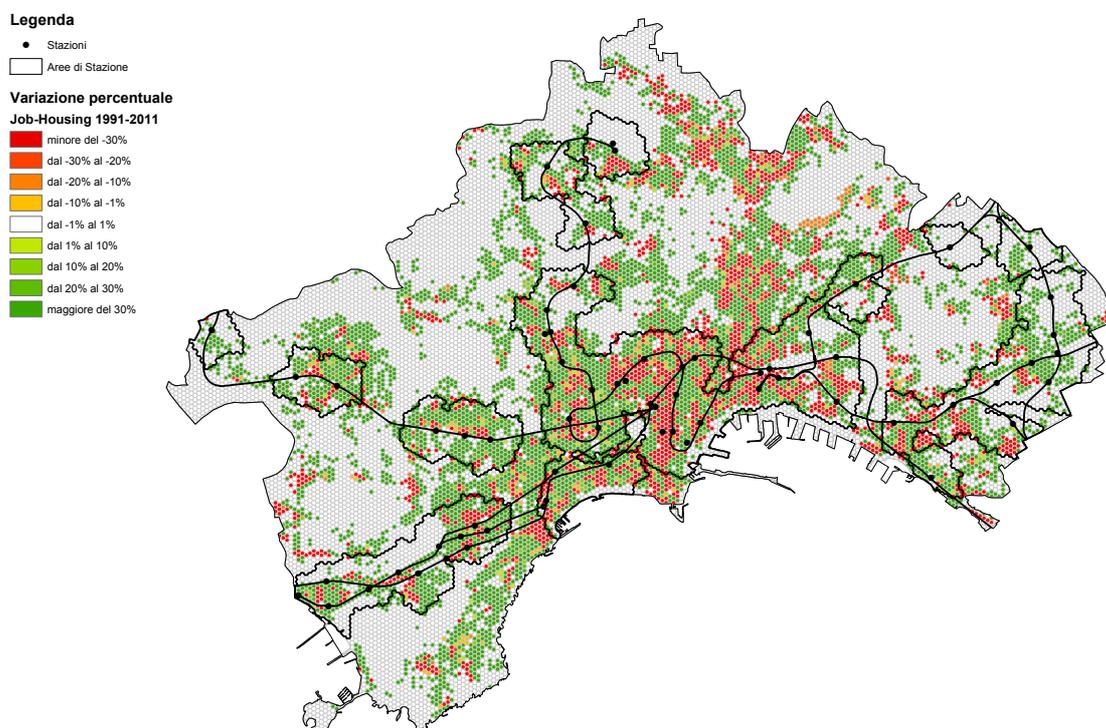


Figura 19: Variazione dell'indicatore di Job-Housing nel territorio comunale di Napoli dal 1991 al 2011.

Analizzando i dati relativi alle singole linee ferroviarie urbane, emerge che le variazioni positive di questo indicatore, che portano ad un miglioramento del mix funzionale, si verificano nel periodo tra il 1991 e 2001. Si può infatti notare che nel secondo intervallo di analisi, dal 2001 al 2011, le uniche linee con una variazione positiva del Job-Housing sono la linea 1 e la linea 6 (Tabella 13).

Tabella 13: Variazione del l'indicatore di Job-Housing nelle aree di stazione delle linee di trasporto su ferro, presenti nel territorio comunale di Napoli e nelle quattro fasce urbane.

Linee	Job - Housing			Variazione % Job - Housing		
	1991	2001	2011	1991 - 2001	2001 - 2011	1991 - 2011
Linea 1	0,398	0,643	0,689	61%	7%	73%
Linea 2	0,393	0,505	0,477	29%	-6%	22%
Circumvesuviana	0,334	0,546	0,486	63%	-11%	45%
Cumana	0,261	0,375	0,333	44%	-11%	27%
Circumflegrea	0,136	0,224	0,174	65%	-22%	28%
Linea 6	0,325	0,438	0,465	35%	6%	43%
Napoli	0,258	0,338	0,393	31%	16%	52%

Per le aree di stazione della linea Cumana, riportati in Tabella 14, emerge che la stazione d'interscambio di Montesanto, nel periodo dal 2001 al 2011, è stata interessata da una notevole diminuzione degli addetti, che ha causato un dimezzamento del valore di mix funzionale per questa stazione. Infatti si è passati da un quasi equilibrio tra popolazione residente e gli addetti, ad una diminuzione di oltre il 50% degli addetti (da 23.911 a 10.831), se si tiene conto che la popolazione residente è aumentata di solo 2.000 abitanti.

Tabella 14: Variazione del l'indicatore di Job-Housing nelle aree di stazione delle linee Cumana.

+ Stazione d'interscambio.

Linee	Job - Housing			Variazione % Job - Housing		
	1991	2001	2011	1991 - 2001	2001 - 2011	1991 - 2011
Montesanto +	0,550	0,920	0,440	67%	-52%	-20%
Corso Vittorio Emanuele	0,330	0,510	0,650	55%	27%	97%
Fascia Centrale	0,410	0,360	0,460	-12%	28%	12%
Fuorigrotta	0,210	0,230	0,180	10%	-22%	-14%
Mostra +	0,380	0,400	0,420	5%	5%	11%
Zoo-Edenlandia	0,300	0,330	0,420	10%	27%	40%
Fascia Semicentrale	0,280	0,430	0,490	54%	14%	75%
Agnano	0,180	0,270	0,280	50%	4%	56%
Bagnoli	0,070	0,190	0,140	171%	-26%	100%
Dazio	0,070	0,150	0,130	114%	-13%	86%
Fascia Periferia	0,240	0,400	0,420	67%	5%	75%

In definitiva, analizzando i risultati di questo indicatore, si può affermare che per le singole linee, si registra un miglioramento del mix funzionale anche se prevale la vocazione residenziale per quasi tutte le aree analizzate. Inoltre le aree di stazione, come nel caso della linea Cumana, non mostrano migliori prestazioni rispetto alle altre porzioni di territorio con cui è stato effettuato il confronto.

4.1.3.2 Land-Use Mix 1

Questo indicatore consente di calcolare il livello di Mix Funzionale per ogni singola cella GRIDEX tra la popolazione residente e gli addetti appartenenti ai settori dell'Industria, delle Costruzioni e del Commercio.

Dai risultati ottenuti dal calcolo di questo secondo indicatore di Mix Funzionale, rappresentati in Figura 20, emerge che tutte le aree di stazione sono interessate da variazioni percentuali (positive e negative) di questo indicatore nell'intervallo temporale tra il 1991 e il 2011. Un'altra informazione che è possibile trarre, tramite una lettura qualitativa dei risultati, riguarda la dimensione delle variazioni percentuali (positive e negative) che sono superiori al 30%.

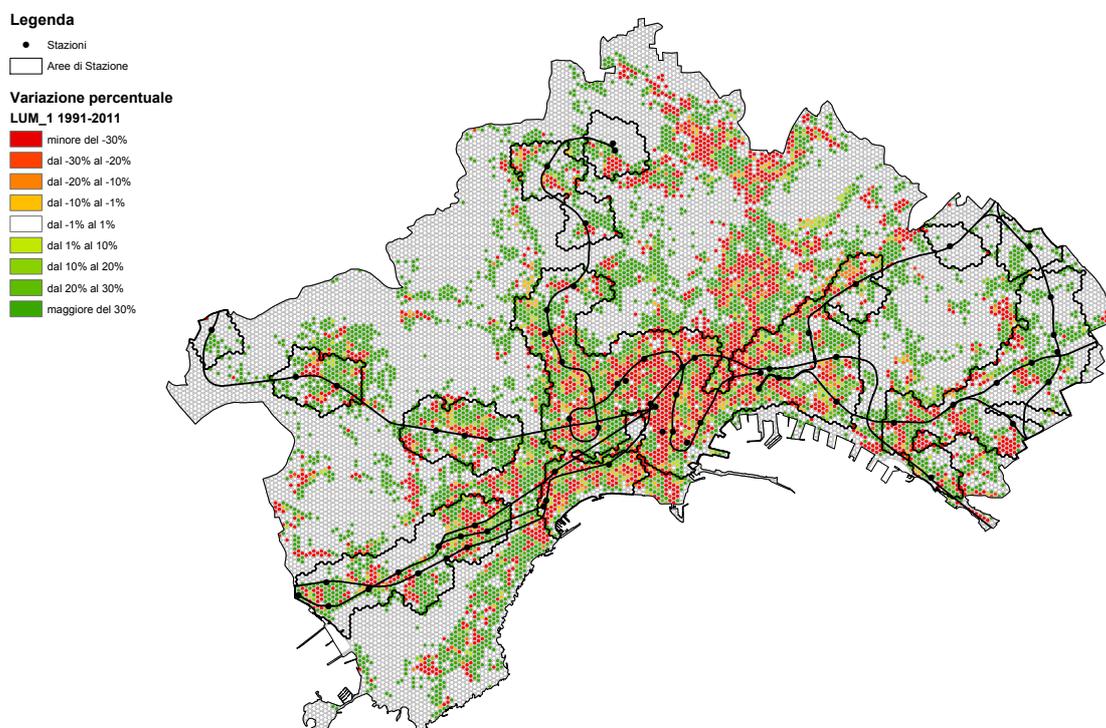


Figura 20: Variazione dell'indicatore di Land Use Mix 1 nel territorio comunale di Napoli dal 1991 al 2011.

Tabella 15: Variazione del l'indicatore di Land Use Mix 1 nelle aree di stazione delle linee di trasporto su ferro, presenti nel territorio comunale di Napoli.

Linee	Land Use Mix 1			Variazione % Land Use Mix 1		
	1991	2001	2011	1991 - 2001	2001 - 2011	1991 - 2011
Linea 1	0,314	0,298	0,273	-5%	-8%	-13%
Linea 2	0,348	0,343	0,311	-1%	-9%	-11%
Circumvesuviana	0,296	0,267	0,279	-10%	5%	-5%
Cumana	0,287	0,271	0,239	-6%	-12%	-17%
Circumflegrea	0,199	0,185	0,173	-7%	-7%	-13%
Linea 6	0,313	0,322	0,288	3%	-10%	-8%
Napoli	0,347	0,337	0,352	-3%	5%	2%

Analizzando i valori numerici riportati in Tabella 15 emerge che i valori di Land Use Mix 1 calcolati per le singole linee ferroviarie urbane nell'intervallo 1991-2011 sono di segno opposto rispetto al valore calcolato per l'intera città (+2%).

Tabella 16: Confronto tra la variazione Land Use Mix 1 per le stazioni della linea 1 e le fasce urbane dal 1991 al 2011.

Stazioni	Land Use Mix 1			Variazione % Land Use Mix 1		
	1991	2001	2011	1991 - 2001	2001 - 2011	1991 - 2011
Piscinola ⁺	0,047	0,039	0,053	-17%	36%	13%
Chiaiano	0,130	0,133	0,174	2%	31%	34%
Frullone	0,233	0,300	0,353	29%	18%	52%
Fascia Periferica	0,363	0,378	0,400	4%	6%	10%
Colli Aminei	0,216	0,251	0,242	16%	-4%	12%
Policlinico	0,199	0,237	0,239	19%	1%	20%
Rione Alto	0,176	0,230	0,205	31%	-11%	16%
Montedonzelli	0,172	0,205	0,171	19%	-17%	-1%
Fascia Semicentrale	0,348	0,369	0,365	6%	-1%	5%
Medaglie d'oro	0,230	0,227	0,231	-1%	2%	0%
Vanvitelli ⁺	0,296	0,293	0,275	-1%	-6%	-7%
Quattro Giornate	0,279	0,286	0,257	3%	-10%	-8%
Salvator Rosa	0,173	0,145	0,160	-16%	10%	-8%
Materdei	0,185	0,177	0,134	-4%	-24%	-28%
Museo ⁺	0,313	0,299	0,204	-4%	-32%	-35%
Dante	0,467	0,403	0,284	-14%	-30%	-39%
Toledo*	0,568	0,454	0,450	-20%	-1%	-21%
Municipio*	0,733	0,578	0,537	-21%	-7%	-27%
Fascia Centrale	0,448	0,368	0,380	-18%	3%	-15%
Università*	0,770	0,664	0,569	-14%	-14%	-26%
Garibaldi* ⁺	0,472	0,441	0,371	-7%	-16%	-21%
Fascia Semicentrale	0,348	0,369	0,365	6%	-1%	5%

Note: *Stazioni aperte dopo il 2011; + Stazione d'interscambio.

Un primo risultato ottenuto dall'analisi di questo indicatore, per questo livello di aggregazione dei dati, è la tendenza alla riduzione del Mix Funzionale tra la popolazione

residente e le specifiche categorie di addetti (Industria, Costruzioni e Commercio) considerate per il calcolo di questo indicatore.

Confrontando i risultati, aggregati per ogni stazione della linea 1, con i valori delle singole fasce (Tabella 16), si può notare che quantitativamente, ad eccezione delle stazioni aperte dopo il 2011, i valori di Mix Funzionale tendono ad essere inferiori rispetto ai valori delle fasce. Inoltre dal punto di vista della variazione percentuale dell'indicatore nell'intervallo temporale d'analisi, si può notare che è possibile individuare due differenti comportamenti. Nella parte periferica della linea, dalla stazione di Piscinola alla stazione di Rione Alto, vi è un miglioramento del Mix Funzionale, mentre la seconda parte della linea centrale, dalla stazione di Montedonzelli alla stazione Garibaldi, i risultati mostrano una riduzione del Mix Funzionale, superiore anche ai valori calcolati per le fasce di riferimento.

4.1.3.3 Land-Use Mix 2

L'indicatore di Land-Use Mix 2, come descritto nel precedente capitolo, consente di calcolare il livello di Mix Funzionale che vi è per ogni singola cella GRIDEX tra la popolazione residente e gli addetti ai servizi alla residenza. Il calcolo di questo indicatore consente quindi di verificare, in particolar modo per le aree residenziali, se vi è un'adeguata presenza e distribuzione sul territorio delle attività necessarie a soddisfare le esigenze della popolazione residente.

Dai risultati ottenuti dal calcolo di questo terzo indicatore di Mix Funzionale, emerge che non tutte le aree di stazione sono interessate da rilevanti variazioni (positive e negative) di questo indicatore nell'intervallo temporale analizzato tra il 1991 e il 2011 (Figura 21). Un ulteriore risultato che è possibile ottenere, tramite la lettura qualitativa dei risultati mostrati nella seguente tavola, riguarda la localizzazione degli incrementi positivi di questo indicatore in prossimità delle stazioni, in particolar modo per le stazioni centrali.

Anche per questo indicatore di Mix Funzionale, la dimensione delle variazioni percentuali (positive e negative) sono superiori quasi sempre superiori al 30%.

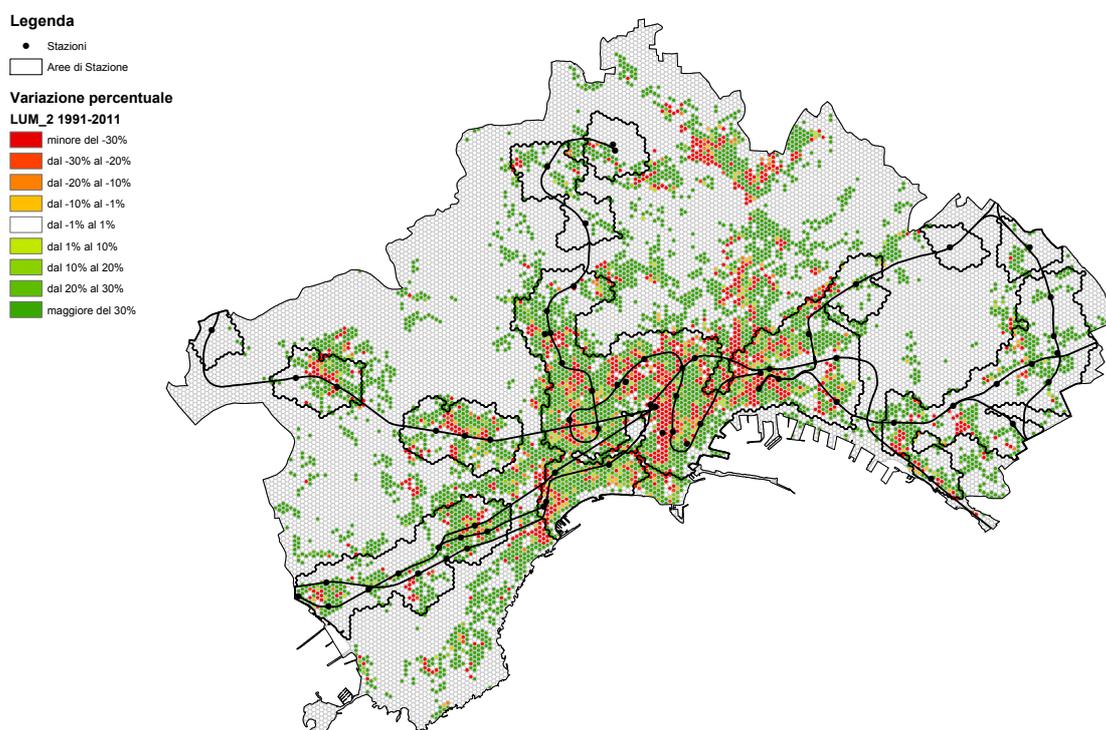


Figura 21: Variazione dell'indicatore di Land Use Mix 2 nel territorio comunale di Napoli dal 1991 al 2011.

Analizzando i risultati, aggregati per le sei differenti linee per questo indicatore di Mix Funzionale, è possibile osservare che la linea con il maggior incremento percentuale nell'intervallo di tempo d'analisi è la Circumvesuviana, inoltre l'incremento risulta essere maggiore del dato relativo all'intero territorio comunale (Tabella 17).

Quasi tutte le linee, ad eccezione della Circumvesuviana e della Circumflegrea, presentano inoltre valori dell'indicatore superiori ai valori per l'intero comune di Napoli in tutti e tre gli istanti temporali di analisi (1991, 2001 e 2011).

Tabella 17: Variazione del l'indicatore di Land Use Mix 2 nelle aree di stazione delle linee di trasporto su ferro, presenti nel territorio comunale di Napoli.

Linee	Land Use Mix 2			Variazione % Land Use Mix 2		
	1991	2001	2011	1991 - 2001	2001 - 2011	1991 - 2011
Linea 1	0,209	0,291	0,273	39%	-6%	31%
Linea 2	0,200	0,295	0,263	48%	-11%	31%
Circumvesuviana	0,121	0,186	0,184	54%	-1%	52%
Cumana	0,175	0,276	0,234	58%	-15%	34%
Circumflegrea	0,106	0,166	0,145	57%	-13%	37%
Linea 6	0,196	0,279	0,288	42%	3%	47%
Napoli	0,176	0,257	0,257	46%	0%	46%

Dallo studio dei risultati numerici riportati Tabella 18, relativi alle aree di stazione della linea 2, si può osservare che quasi tutte le stazioni, ad eccezione di Piazza Garibaldi e Montesanto FS, presentano una crescita dell'indicatore di Mix Funzionale in alcuni casi l'incremento è superiore ai valori della fascia di riferimento. Si può vedere inoltre che le stazioni di Piazza Amedeo, Napoli Mergellina e Piazza Leopardi sono le uniche stazioni che nell'intervallo 2001-2011, registrano un aumento del valore dell'indicatore.

Tabella 18: Confronto tra la variazione Land Use Mix 2 per le stazioni della linea 2 e le fasce urbane tra il 1991 e 2011.

Stazioni	Land Use Mix 1			Variazione % Land Use Mix 1		
	1991	2001	2011	1991 - 2001	2001 - 2011	1991 - 2011
Napoli San Giovanni Barra	0,063	0,147	0,114	131%	-22%	80%
Gianturco	0,210	0,318	0,257	51%	-19%	22%
Fascia Periferica	0,134	0,301	0,254	125%	-16%	90%
Piazza Garibaldi +	0,314	0,415	0,320	32%	-23%	2%
Piazza Cavour +	0,133	0,265	0,218	99%	-18%	64%
Montesanto FS +	0,265	0,375	0,263	41%	-30%	-1%
Piazza Amedeo +	0,347	0,433	0,449	25%	4%	30%
Napoli Mergellina +	0,313	0,408	0,448	30%	10%	43%
Fascia Centrale	0,306	0,285	0,322	-7%	13%	5%
Piazza Leopardi	0,159	0,231	0,246	45%	7%	55%
Napoli Campi Flegrei +	0,171	0,293	0,291	71%	0%	70%
Fascia Semicentrale	0,209	0,310	0,314	48%	1%	50%
Cavalleggeri Aosta	0,127	0,198	0,152	56%	-23%	19%
Bagnoli-Agnano Terme	0,098	0,166	0,131	70%	-21%	35%
Fascia Periferica	0,134	0,301	0,254	125%	-16%	90%

Note: + Stazione d'interscambio.

4.1.4 Quotazioni Immobiliari

Nei paragrafi che seguono sono illustrati e descritti i risultati relativi agli indicatori delle quotazioni immobiliari per gli immobili destinati alle attività Residenziali, Commerciali, Terziarie e Produttive, localizzati nel territorio comunale di Napoli, in quattro differenti istanti temporali (2001, 2004, 2008 e 2011).

È opportuno evidenziare che l'indisponibilità di tutti i dati necessari al calcolo degli indicatori per l'intero intervallo temporale di studio, dal 1991 al 2011, ne hanno reso necessario una riduzione. I dati forniti dall'Agenzia delle Entrate hanno infatti consentito il calcolo degli indicatori delle quotazioni immobiliari esclusivamente per l'intervallo temporale dal 2001 al 2011. Inoltre per migliorare l'accuratezza dell'analisi, sono stati individuati altri due istanti temporali intermedi (2004 e 2008) rispetto ai quali sono stati calcolati gli indicatori. L'introduzione di questi altri due istanti temporali ha consentito di poter meglio valutare ed interpretare con questo studio anche gli effetti sulle quotazioni immobiliari derivanti della crisi economica che ha colpito fortemente il settore immobiliare.

4.1.4.1 Immobili a destinazione d'uso residenziale

In questo paragrafo sono descritti con l'ausilio di tabelle e grafici i valori relativi alla variazione delle quotazioni immobiliari per gli immobili residenziali tra il 2001 e il 2011, calcolati nel territorio comunale di Napoli.

Analizzando i valori numerici riportati nelle Figura 22 e Figura 23, si evidenzia che per le singole linee, l'andamento delle variazioni delle quotazioni immobiliari per gli immobili residenziali è molto simile alle variazioni registrate per l'intera città. Fanno eccezione la linea 1 e la linea Circumflegrea, che nel intervallo 2001-2004 crescono maggiormente rispetto alle altre linee. Inoltre, le quotazioni degli immobili localizzati nelle aree di stazione della linea 1 nell'ultimo intervallo dal 2008 al 2011 mostrano una diminuzione maggiore rispetto alle altre linee e ai valori dell'intera città. Tale diminuzione probabilmente è dovuta ad una minore resilienza, degli immobili residenziali localizzate in queste aree di stazione, agli effetti della crisi economica del

In Figura 23 sono riportati i valori relativi alle singole stazioni della linea Circumflegrea, dove si può osservare che quelle localizzate nelle Fasce della Periferia (Piave, Traiano e Soccavo) e

Sub Urbana (La Trencia, Pianura e Pisani), mostrano prestazioni migliori rispetto alla stazione di Montesanto localizzata nella fascia centrale.

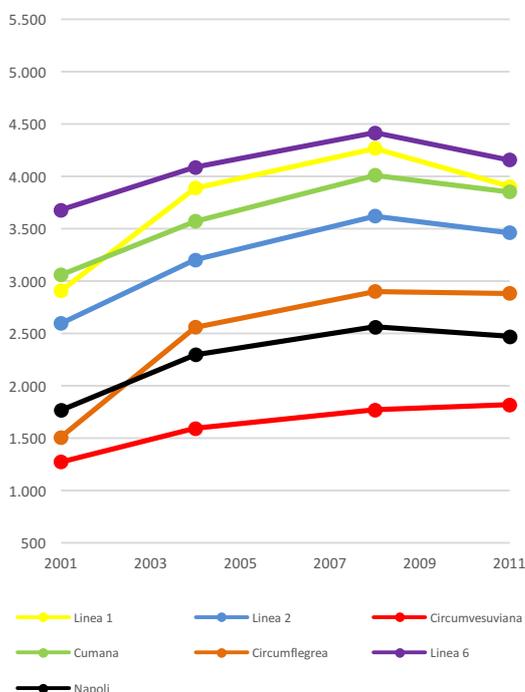


Figura 22: Variazione quotazioni immobiliari degli immobili degli immobili residenziali localizzati nelle aree di stazione delle linee ferroviarie urbane presenti nel territorio Comune di Napoli.

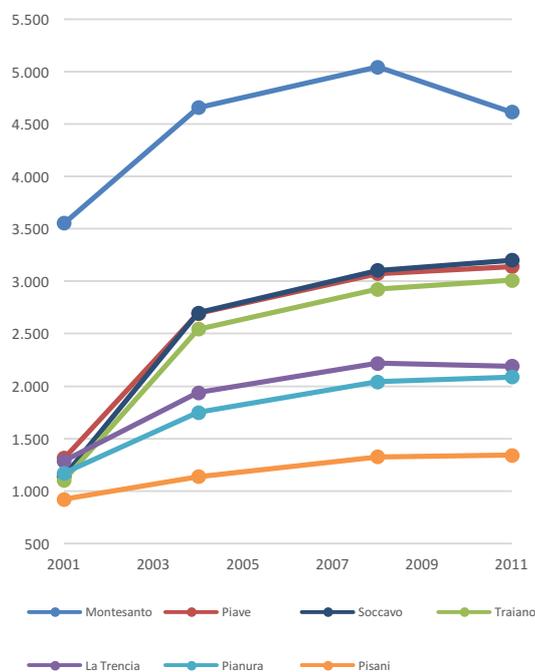


Figura 23: Variazione quotazioni immobiliari degli immobili degli immobili residenziali localizzati nelle aree di stazione della linea ferroviaria urbana Circumflegrea.

Dall'analisi dei dati in Tabella 19 si può notare che dal 2008 al 2011 l'unica linea che mostra un incremento delle quotazioni immobiliari è la linea Circumvesuviana. Per quanto riguarda i dati relativi alle variazioni per l'intero periodo di analisi (2001-2011) si può osservare che la linea che registra la migliore prestazione è la Circumflegrea con un incremento del 48%, che è superiore di nove punti percentuali rispetto al dato relativo all'intero Comune di Napoli.

Tabella 19: Confronto tra la variazione delle quotazioni immobiliari degli immobili residenziali per le singole linee su ferro urbane che interessano il Comune di Napoli.

Stazioni	Quotazione Immobiliare [€/mq]				Variazione %			
	2001	2004	2008	2011	2001-2004	2005-2008	2008-2011	2001-2011
Linea 1	2.908	3.888	4.268	3.904	25%	9%	-9%	26%
Linea 2	2.597	3.204	3.619	3.461	19%	11%	-5%	25%
Circumvesuviana	1.274	1.595	1.772	1.820	20%	10%	3%	30%
Cumana	3.061	3.573	4.011	3.851	14%	11%	-4%	21%
Circumflegrea	1.509	2.562	2.901	2.883	41%	12%	-1%	48%
Linea 6	3.680	4.086	4.417	4.158	10%	7%	-6%	11%
Comune di Napoli	1.768	2.299	2.563	2.473	23%	10%	-4%	29%

I dati riguardanti le quotazioni degli immobili residenziali delle singole stazioni mostrano che le prestazioni migliori in termini percentuali sono registrate nelle stazioni della linea Circumvesuviana localizzate nel quartiere di Ponticelli (Tabella 20). In particolare si può osservare, dai dati riportati in tabella, che alcune delle stazioni registrano incrementi delle quotazioni immobiliare doppie rispetto al quartiere e alla fascia urbana di riferimento.

Tabella 20: Confronto tra la variazione delle quotazioni immobiliari degli immobili residenziali per alcune stazioni della linea Circumvesuviana localizzate nel quartiere Ponticelli.

Stazioni	Quotazione Immobiliare [€/mq]				Variazione %			
	2001	2004	2008	2011	2001-2004	2005-2008	2008-2011	2001-2011
Botteghele	1.087	1.489	1.687	1.733	27%	12%	3%	37%
Madonnelle	987	1.352	1.532	1.574	27%	12%	3%	37%
Argine Palasport	750	1.025	1.160	1.193	27%	12%	3%	37%
Villa Visconti	927	1.179	1.343	1.447	21%	12%	7%	36%
Vesuvio De Meis	1.082	1.331	1.520	1.672	19%	12%	9%	35%
Bartolo Longo	1.043	1.313	1.497	1.623	21%	12%	8%	36%
Officine Ponticelli	1.118	1.508	1.710	1.775	26%	12%	4%	37%
Ponticelli	1.221	1.558	1.769	1.898	22%	12%	7%	36%
Quartiere Ponticelli	972	1.276	1.448	1.527	24%	12%	5%	36%
Fascia Sub-Urbana	949	1.201	1.376	1.436	21%	13%	4%	34%

4.1.4.2 Immobili a destinazione d'uso commerciale

In questo paragrafo sono riportati i valori relativi alle variazioni delle quotazioni, dal 2001 al 2011, degli immobili ad uso commerciale localizzati nel territorio comunale di Napoli.

Tramite l'analisi dei valori riportati nei seguenti grafici e tabelle, si può osservare una generale tendenza alla diminuzione delle quotazioni nel periodo dal 2005 al 2011, per tutte le linee analizzate e per l'intera città. Tale andamento si riscontra anche tramite l'analisi dei dati per le singole stazioni, proposto nella Figura 25, dove però si può notare che nell'ultimo intervallo di analisi (2008-2011), si è verificato un minore tasso di riduzione delle quotazioni immobiliari per le tre stazioni della linea 1 considerate, rispetto ai valori della fascia urbana Semicentrale, in cui sono localizzate. Inoltre, se si considera l'intero intervallo temporale d'analisi le tre stazioni mostrano nell'intervallo 2001-2011 un incremento positivo delle quotazioni, superiore a tutte le altre stazioni della linea 1.

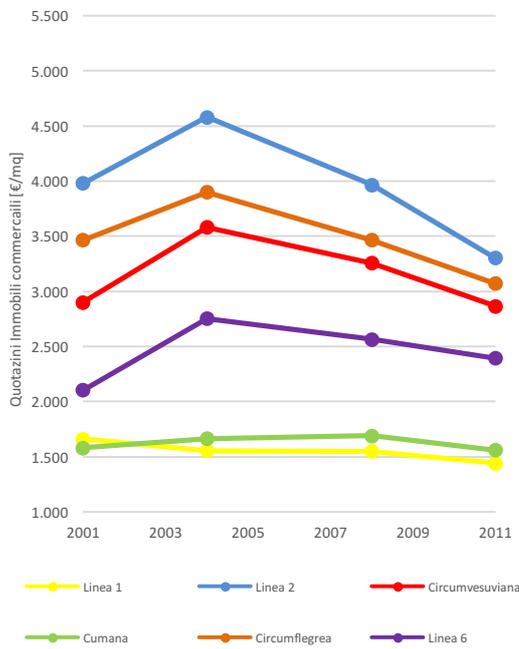


Figura 24: Variazione quotazioni immobiliari degli immobili commerciali localizzati nelle aree di stazione delle linee ferroviarie urbane presenti nel territorio comunale di Napoli.

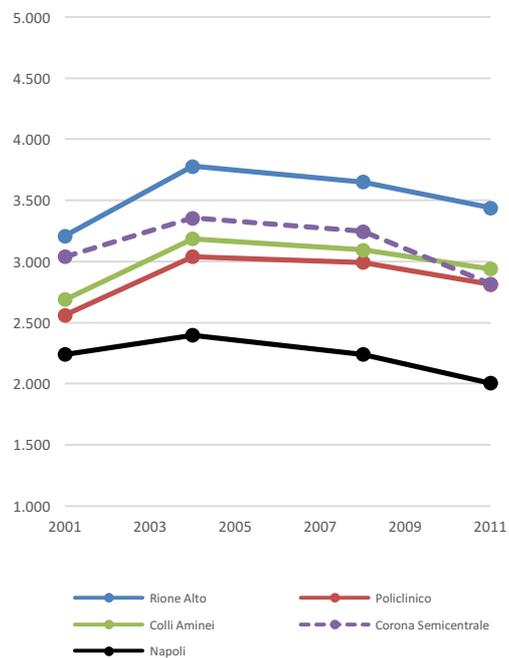


Figura 25: Variazione quotazioni immobiliari degli immobili commerciali localizzati nelle aree di stazione della linea ferroviaria urbana Circumflegrea.

Analizzando nel dettaglio i dati relativi alle singole linee (Tabella 21) si può osservare che la linea 2 è interessata da una diminuzione del 21% delle quotazioni degli immobili commerciali, mentre le linee Circumvesuviana e Cumana presentano nel complesso una minima riduzione nell'intero intervallo d'osservazione. L'unica linea che presenta valori positivi nella variazione percentuale delle quotazioni immobiliari per questa categoria di immobili è la linea 6.

Tabella 21: Confronto tra la variazione delle quotazioni degli immobili commerciali nell'intervallo temporale di riferimento.

Stazioni	Quotazione Immobiliare [€/mq]				Variazione %			
	2001	2004	2008	2011	2001-2004	2005-2008	2008-2011	2001-2011
Linea 1	1.663	1.557	1.550	1.444	-7%	0%	-7%	-15%
Linea 2	3.983	4.580	3.967	3.304	13%	-15%	-20%	-21%
Circumvesuviana	2.902	3.583	3.259	2.868	19%	-10%	-14%	-1%
Cumana	1.582	1.665	1.693	1.561	5%	2%	-8%	-1%
Circumflegrea	3.467	3.901	3.466	3.073	11%	-13%	-13%	-13%
Linea 6	2.105	2.753	2.565	2.394	24%	-7%	-7%	12%
Napoli	2.240	2.396	2.240	2.006	7%	-7%	-12%	-12%

Dall'analisi dei dati riportati in Tabella 22 si può osservare che per le stazioni della linea 2 le quotazioni degli immobili commerciali, diminuiscono in tutte le stazioni ad eccezione delle stazioni di Gianturco, Piazza Amedeo e Mergellina. Significativo è il risultato di queste due

ultime stazioni, in quanto i valori ottenuti risultano essere diametralmente opposti ai i valori calcolati per la fascia di appartenenza (Centrale).

Tabella 22: Confronto tra la variazione delle quotazioni degli immobili commerciali per alcune stazioni della linea 2.

Stazioni	Quotazione Immobiliare [€/mq]				Variazione %			
	2001	2004	2008	2011	2001-2004	2005-2008	2008-2011	2001-2011
Napoli San Giovanni Barra	1.551	1.734	1.697	1.564	11%	-2%	-9%	1%
Gianturco	1.408	1.452	1.738	1.708	3%	16%	-2%	18%
Fascia Periferia	1.726	1.838	1.806	1.708	6%	-2%	-6%	-1%
Piazza Garibaldi ⁺	2.673	2.522	2.694	2.430	-6%	6%	-11%	-10%
Piazza Cavour ⁺	2.898	3.298	3.123	2.569	12%	-6%	-22%	-13%
Fascia Semicentrale	3.040	3.356	3.247	2.816	9%	-3%	-15%	-8%
Montesanto FS ⁺	4.185	5.190	4.538	3.856	19%	-14%	-18%	-9%
Piazza Amedeo ⁺	2.959	6.987	5.556	4.618	58%	-26%	-20%	36%
Napoli Mergellina ⁺	4.169	6.613	5.576	4.693	37%	-19%	-19%	11%
Fascia Centrale	5.308	5.430	4.611	3.924	2%	-18%	-17%	-35%
Piazza Leopardi	3.234	3.710	3.319	3.037	13%	-12%	-9%	-6%
Napoli Campi Flegrei ⁺	3.230	3.600	3.229	2.998	10%	-11%	-8%	-8%
Fascia Semicentrale	3.040	3.356	3.247	2.816	9%	-3%	-15%	-8%
Cavalleggeri Aosta	2.609	3.100	2.762	2.463	16%	-12%	-12%	-6%
Bagnoli-Agnano Terme	3.728	2.817	2.699	2.483	-32%	-4%	-9%	-50%
Fascia Periferia	1.726	1.838	1.806	1.708	6%	-2%	-6%	-1%

Note: + Stazione d'interscambio.

4.1.4.3 Immobili a destinazione d'uso terziaria

In questo paragrafo sono descritti con l'ausilio di tabelle e grafici i risultati relativi alla variazione delle quotazioni degli immobili a destinazione d'uso terziaria per il territorio comunale di Napoli dal 2001 al 2011.

I risultati riportati nella Tabella 23, mostrano per tutte le linee un sostanziale incremento delle quotazioni immobiliari nell'intero intervallo temporale 2001-2011, ma si può osservare che nel periodo 2008-2011, per quasi tutte le linee e per l'intera città, si registra una diminuzione delle quotazioni a seguito della crisi economica che ha interessato anche il settore immobiliare. In controtendenza con questo andamento generale, vi sono le linee Circumvesuviana e Circumflegrea, che mostrano una leggera crescita delle quotazioni per questa categoria di immobili.

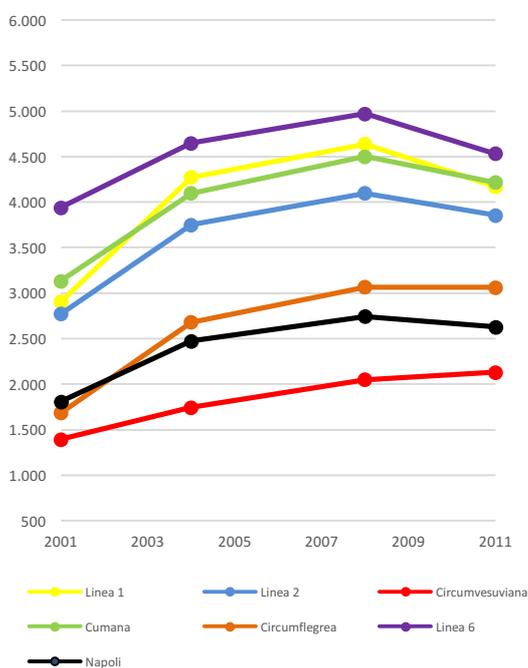


Figura 26: Variazione quotazioni immobiliari degli immobili a destinazione d'uso terziaria localizzati nelle aree di stazione delle linee ferroviarie urbane presenti nel territorio Comune di Napoli.

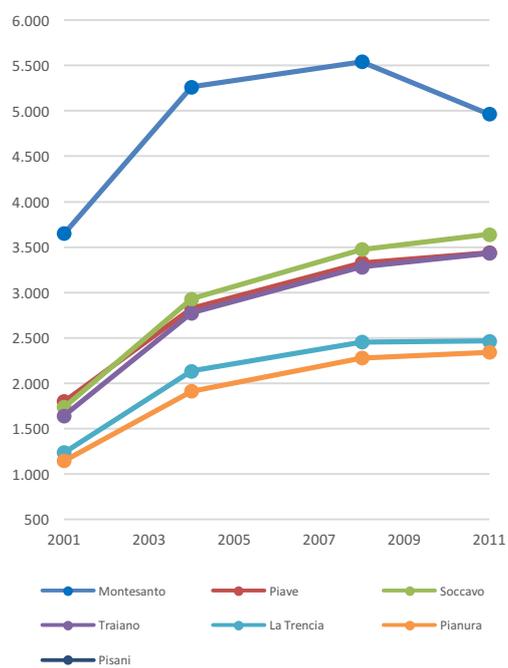


Figura 27: Variazione quotazioni degli immobili a destinazione d'uso terziaria localizzati nelle stazioni della linea Circumflegrea.

Analizzando nel dettaglio i risultati calcolati per le differenti linee (Tabella 23) si può notare che la linea 1 e la linea 6 hanno registrato le maggiori riduzioni delle quotazioni nell'intervallo temporale dal 2008 al 2011. Mentre come già descritto in precedenza la linea Circumvesuviana è l'unica che presenta un incremento nell'intervallo temporale dal 2008 al 2011.

Tabella 23: Confronto tra la variazione delle quotazioni degli immobili a destinazione d'uso terziaria.

Stazioni	Quotazione Immobiliare [€/mq]				Variazione %			
	2001	2004	2008	2011	2001-2004	2005-2008	2008-2011	2001-2011
Linea 1	2.905	4.272	4.637	4.171	32%	8%	-11%	30%
Linea 2	2.772	3.749	4.099	3.856	26%	9%	-6%	28%
Circumvesuviana	1.393	1.745	2.051	2.129	20%	15%	4%	35%
Cumana	3.132	4.097	4.500	4.217	24%	9%	-7%	26%
Circumflegrea	1.684	2.682	3.066	3.062	37%	13%	0%	45%
Linea 6	3.941	4.649	4.970	4.534	15%	6%	-10%	13%
Napoli	1.807	2.474	2.745	2.628	27%	10%	-4%	31%

Analizzando nel dettaglio i valori relativi alle variazioni delle quotazioni per la linea Circumvesuviana, si può osservare che le uniche stazioni che si contraddistinguono per una variazione negativa sono quelle di Napoli Porta Nolana e Garibaldi EAV e sono anche le uniche

della linea ad essere localizzate nella fascia Semicentrale (Tabella 24). Tutte le stazioni localizzate nella fascia Sub-Urbana, ad eccezione della stazione Poggioreale, presentano, invece, valori superiori a quelli della fascia.

Tabella 24: Confronto tra la variazione delle quotazioni degli immobili a destinazione d'uso terziaria per le stazioni della linea Circumvesuviana.

Stazioni	Quotazione Immobiliare [€/mq]				Variazione %			
	2001	2004	2008	2011	2001-2004	2005-2008	2008-2011	2001-2011
Napoli Porta Nolana	2.823	3.309	3.694	3.404	15%	10%	-9%	17%
Garibaldi EAV *	2.178	2.499	2.888	2.825	13%	13%	-2%	23%
Fascia Semicentrale	2.922	3.597	3.949	3.610	19%	9%	-9%	19%
Via Gianturco	1.618	1.683	1.992	2.190	4%	16%	9%	26%
Centro Direzionale	2.172	2.735	3.209	3.280	21%	15%	2%	34%
Fascia Periferia	1.412	1.918	2.248	2.309	26%	15%	3%	39%
San Giovanni a Teduccio	1.266	1.739	2.117	2.233	27%	18%	5%	43%
Barra	1.210	1.663	1.996	2.069	27%	17%	4%	42%
Santa Maria del Pozzo	1.151	1.581	1.915	1.990	27%	17%	4%	42%
Poggioreale	1.816	1.867	1.824	2.010	3%	-2%	9%	10%
Bottegelle	1.127	1.547	1.888	1.966	27%	18%	4%	43%
Madonnelle	1.024	1.405	1.714	1.785	27%	18%	4%	43%
Argine Palasport	777	1.066	1.300	1.354	27%	18%	4%	43%
Villa Visconti	931	1.241	1.506	1.610	25%	18%	6%	42%
Vesuvio De Meis	1.072	1.409	1.706	1.845	24%	17%	8%	42%
Bartolo Longo	1.043	1.384	1.679	1.801	25%	18%	7%	42%
Officine Ponticelli	1.152	1.571	1.915	2.006	27%	18%	5%	43%
Ponticelli	1.227	1.638	1.987	2.117	25%	18%	6%	42%
Fascia Sub-Urbana	924	1.215	1.434	1.500	24%	15%	4%	38%

Note: + Stazione d'interscambio.

4.1.4.4 Immobili a destinazione d'uso produttivo

In questo paragrafo sono analizzati i risultati ottenuti dall'analisi delle quotazioni degli immobili ad uso produttivo localizzati nel territorio comunale di Napoli tra il 2001 e il 2011.

Dai dati riportati in Figura 28, emerge che la linea 2, la Cumana e la Circumflegrea, nell'intervallo 2001-2004 le quotazioni immobiliari crescono maggiormente rispetto alle altre linee. Nell'ultimo intervallo temporale 2008-2011 la linea che risente di meno degli impatti della crisi economica è la linea Circumvesuviana. In accordo con la Figura 29, si può notare che le stazioni della linea 1 localizzate nella fascia Semicentrale, nell'ultimo intervallo, sono caratterizzate da un incremento ai valori calcolati per la fascia.

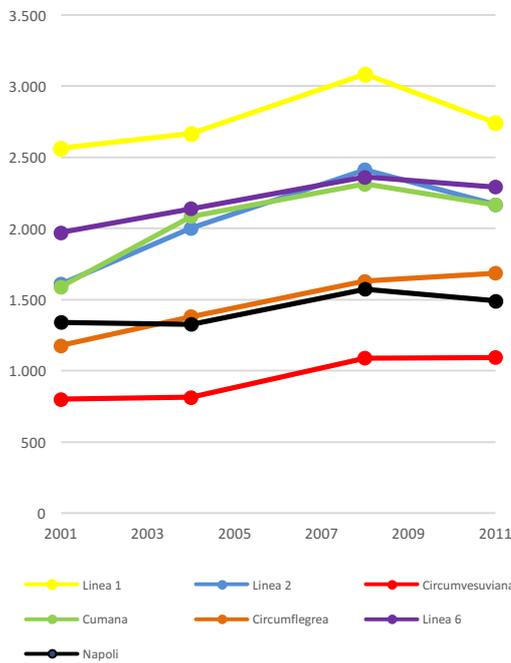


Figura 28: Variazione quotazioni immobiliari degli immobili destinati alle attività produttive localizzati nelle aree di stazione delle linee ferroviarie urbane presenti nel territorio Comune di Napoli.

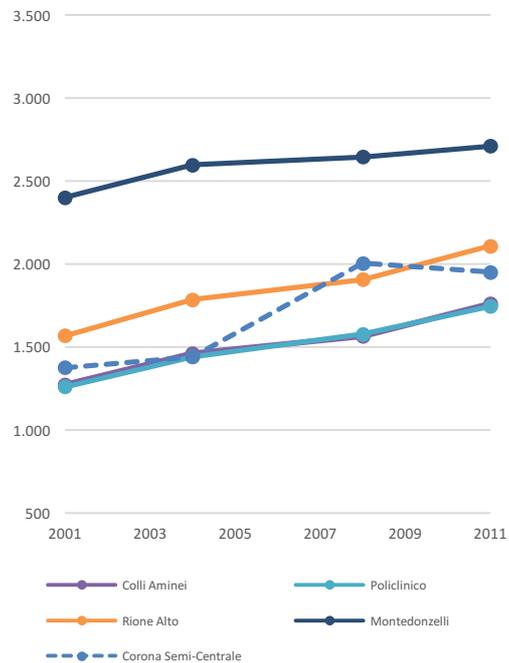


Figura 29: Variazione quotazioni immobiliari degli immobili destinati alle attività produttive per le stazioni di Piscinola, Chiaiano, Frullone.

Osservando i risultati riportati in Tabella 25 emerge che tutte le linee di trasporto su ferro registrano degli incrementi percentuali delle quotazioni immobiliari superiori al valore registrato per l'intero territorio comunale, ad eccezione della linea 1, che presenta un incremento del 7%.

Tabella 25: Confronto tra la variazione delle quotazioni degli immobili ad uso produttivo.

Stazioni	Quotazione Immobiliare [€/mq]				Variazione %			
	2001	2004	2008	2011	2001-2004	2005-2008	2008-2011	2001-2011
Linea 1	2.563	2.670	3.084	2.745	4%	13%	-12%	7%
Linea 2	1.610	2.003	2.412	2.168	20%	17%	-11%	26%
Circumvesuviana	800	813	1.088	1.095	2%	25%	1%	27%
Cumana	1.589	2.085	2.311	2.167	24%	10%	-7%	27%
Circumflegrea	1.176	1.382	1.630	1.686	15%	15%	3%	30%
Linea 6	1.970	2.139	2.361	2.292	8%	9%	-3%	14%
Napoli	1.340	1.328	1.575	1.492	-1%	16%	-6%	10%

Dalla lettura dei risultati riportati in Tabella 26, si può osservare che le stazioni della linea Circumvesuviana, localizzate nelle aree appartenenti alle fasce periferiche presentano valori migliori rispetto a quelle localizzate in fasce centrali. Inoltre, per quasi tutte le stazioni si può

notare che le quotazioni degli immobili localizzati nelle aree di stazione sono migliori rispetto ai valori delle fasce d'appartenenza.

Tabella 26: Confronto tra la variazione delle quotazioni degli immobili ad uso produttivo per le stazioni della linea Circumvesuviana.

Stazioni	Quotazione Immobiliare [€/mq]				Variazione %			
	2001	2004	2008	2011	2001-2004	2005-2008	2008-2011	2001-2011
Montesanto ⁺	3.359	3.569	4.080	3.547	6%	13%	-15%	5%
Corso Vittorio Emanuele	3.289	5.755	6.151	4.819	43%	6%	-28%	32%
Fascia Centrale	4.399	3.888	4.175	3.514	-13%	7%	-19%	-25%
Fuorigrotta	1.683	1.723	1.919	2.052	2%	10%	6%	18%
Mostra ⁺	1.522	1.526	1.672	1.844	0%	9%	9%	17%
Zoo-Edenlandia	986	1.376	1.518	1.552	28%	9%	2%	36%
Fascia Semicentrale	1.376	1.441	2.004	1.952	5%	28%	-3%	30%
Agnano	582	1.163	1.300	1.302	50%	11%	0%	55%
Bagnoli	578	1.018	1.141	1.173	43%	11%	3%	51%
Dazio	641	1.193	1.403	1.432	46%	15%	2%	55%
Fascia Periferia	705	870	1.017	1.079	19%	14%	6%	35%

Bibliografia Capitolo

- Cascetta, E., & Pagliara, F. (2009). Rail friendly transport and land-use policies: the case of the Regional Metro System of Naples and Campania. *Transit Oriented Development: Making it Happen*, edited by C. Curtis, JL Renne, and L. Bertolini, 39-47.
- Comune di Napoli (1997). *Piano Comunale dei Trasporti*.
- Comune di Napoli (1999). *Variante al Prg di Napoli: centro storico, zona orientale, zona nord-occidentale*.
- Comune di Napoli (2000). *Piano della rete stradale primaria*.
- Comune di Napoli (2003). *Piano delle 100 stazioni*.
- Comune di Napoli (2007). *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale*.
- Papa, E., & Trifiletti, E. G. (2010). Il sistema della mobilità: la cura del ferro *Napoli 2011: città in trasformazione* (pp. 78-165): Mondadori Electa.
- Papa, E., Angiello, G., & Carpentieri, G. (2016). Infrastrutture di trasporto su ferro come elementi di riqualificazione delle periferie: due casi a confronto. *Trasporti & Cultura*, 45, 25-33.

CAPITOLO 5. RISULTATI, CONSIDERAZIONI FINALI E
SVILUPPI DI RICERCA

5.1 Risultati

I risultati raggiunti dal lavoro di ricerca sviluppato nel corso dei tre anni di dottorato sono molteplici ed afferiscono ai due principali obiettivi definiti dal progetto di ricerca e che riguardano lo sviluppo della metodologia GIS per l'analisi spaziale e la sua applicazione al territorio comunale della Città di Napoli.

In riferimento al primo obiettivo, i risultati conseguiti sono di tipo teorico-metodologici, in quanto le attività svolte hanno consentito:

- La definizione di un set di tredici indicatori che possono essere calcolati tramite l'utilizzo di Open Data e suddivisi in quattro macro categorie (Densità, Prossimità, Mix Funzionale e Quotazioni Immobiliari). Questi indicatori sono stati scelti in seguito ad un'analisi della recente letteratura scientifica. Il loro impiego ha permesso di quantificare la variazione degli impatti, sull'uso del suolo e i sistemi socio-economici, generatisi in seguito all'applicazione di politiche di sviluppo di tipo integrato Trasporti-Territorio;
- La messa a punto di una procedura che consente di riferire tutti i dati necessari al calcolo degli indicatori, rispetto ad un'unica unità spaziale di riferimento, che è la micro cella esagonale denominata "GRIDEX". L'introduzione della cella GRIDEX consente il confronto dei dati appartenenti a diversi istanti temporali e ad unità spaziali diverse;
- L'elaborazione di un tool che ha consentito di implementare la sequenza di tutti i comandi di geoprocessing che consentono di giungere al calcolo dei tredici indicatori, per ognuna delle singole micro celle GRIDEX in cui viene suddivisa l'area di studio analizzata.

I risultati connessi al secondo obiettivo, riguardano gli esiti delle analisi sviluppate per il Comune di Napoli, a seguito dell'applicazione della metodologia GIS sviluppata. In particolare, si è cercato di fornire sia una lettura dei risultati ottenuti tramite il calcolo dei singoli indicatori alle diverse scale territoriali di dettaglio (cella, area di stazione, linea, fascia), sia un'analisi d'insieme di tutti i risultati al fine di comprendere l'esistenza di fenomeni urbani che hanno interessato l'intera area di studio, le fasce urbane, le linee e gruppi di stazione a seguito dell'implementazione delle politiche integrate Trasporti-Territorio.

Da questa lettura d'insieme dei risultati è emerso che per le aree di stazione localizzate nella Fascia Centrale i dati mostrano che la densità di popolazione residente tende a diminuire, mentre aumenta la densità degli addetti e delle unità locali. Per gli indicatori di Mix Funzionale, nell'intervallo 1991-2011 l'indicatore di Land Use Mix 1 tende a diminuire, mentre quello del Land Use Mix 2 aumenta, ciò sta ad indicare che in queste aree si è verificato un aumento degli addetti alle attività di supporto alla residenza e una diminuzione degli addetti al commercio e all'industria. Per quanto riguarda le quotazioni immobiliari, dal 2001 al 2011, degli immobili Residenziali e del Terziario, nonostante la crisi economica, registrano un sostanziale incremento delle quotazioni, mentre gli immobili Commerciali e Produttivi hanno risentono negativamente della crisi economica.

Per le aree di stazione localizzate nella Fascia Semicentrale, dal 1991 al 2011, la densità di popolazione residente risulta costante, con una tendenza da parte della popolazione a rilocalizzarsi nelle vicinanze delle stazioni. Per gli addetti e per le unità locali, invece, si registra un incremento della densità e dai risultati degli indicatori di prossimità la loro localizzazione sembra non essere orientata ai nodi di stazione. Per gli indicatori di Mix Funzionale anche per le stazioni localizzate in questa fascia vi è una tendenza ad un aumento degli addetti di supporto alla residenza. Per le quotazioni immobiliari nei settori Residenziale, Terziario e Produttivo si notano incrementi tra il 2001 e il 2011, ma con una diminuzione significativa nel 2008 dovuta probabilmente alla crisi economica. Mentre le quotazioni degli immobili commerciali al 2011 diminuiscono rispetto a quelle del 2001, ma osservando i valori che si registrano per l'intera fascia Semicentrale, si può affermare che le aree di stazione si comportano in modo migliore.

Per le aree di stazione localizzate nella terza fascia quella Periferica, nell'intervallo di temporale di analisi (1991-2011), si registra una diminuzione della densità residenziale ed un incremento della densità degli addetti e delle unità locali che tendono in quasi tutte le aree di stazione a localizzarsi in prossimità del nodo di trasporto. Per i valori delle quotazioni immobiliari mostrano una crescita costante dal 2001 al 2011, e non emergono significative diminuzioni causate dalla crisi economica.

Nelle aree d'influenza delle stazioni presenti nella fascia Sub-Urbana, si verifica una generale diminuzione della densità della popolazione residente e un lieve incremento della densità di addetti e delle unità locali, a cui corrisponde un miglioramento dell'indicatore di Job-Housing,

che indica un maggior equilibrio tra il numero di addetti e la popolazione presente in queste aree. Inoltre l'incremento dell'indicatore di Land-Use Mix 2 indica un aumento degli addetti alle attività di supporto alla residenza. Tale andamento si ripercuote anche sulle quotazioni immobiliari, dove il tasso di crescita maggiore si registra per gli immobili Residenziali e del Terziario.

5.2 Considerazioni finali

Le attività svolte nel corso del ciclo di dottorato e descritte in questo elaborato di tesi, si basano su diversi presupposti concettuali e metodologici ormai consolidati nella ricerca scientifica riguardanti la necessità di applicare ai sistemi urbani e territoriali, un approccio di tipo integrato in grado di coordinare l'organizzazione spaziale del sistema urbano e l'implementazione di sistemi di trasporto, al fine di ridurre le singole negatività e massimizzare gli effetti positivi sistemici (Cervero, 1996; Bertolini et al., 2005; E. Papa & Pagliara, 2006; Gutiérrez, Condeço-Melhorado, & Martín, 2010; Pagliara & Papa, 2011). Partendo dall'analisi delle teorie, degli approcci e delle metodologie messi appunto anche recentemente su questo tema, si è cercato con questa attività di ricerca di produrre un'ulteriore avanzamento tramite l'implementazione di una metodologia GIS in grado di quantificare la variazione nello spazio e nel tempo degli impatti sull'uso del suolo e sui sistemi socio-economici, generatisi in seguito all'applicazione di politiche di sviluppo integrato Trasporti-Territorio, per supportare le scelte dei decisori, degli studiosi e dei tecnici. In tale ottica, ricopre un ruolo essenziale l'impiego delle nuove tecnologie software sviluppate negli ultimi decenni e che sono ormai uno strumento indispensabile nelle diverse fasi del ciclo di governo delle trasformazioni urbane e territoriali. In particolare, i *Geographical Information System* (GIS) costituiscono un supporto fondamentale per la raccolta, la gestione e l'elaborazione dei dati alfanumerici e spaziali essenziali alla formulazione, all'applicazione e al monitoraggio delle politiche di governo, che devono essere in grado di far fronte alle sfide poste dall'elevata complessità dei sistemi urbani e territoriali.

Ognuna delle fasi, in cui è stato articolato questo lavoro di ricerca, è stata raccolta in un capitolo di questo lavoro di tesi. Nel *Capitolo 2 – Il Governo delle trasformazioni integrate Trasporti-Territorio e i nuovi strumenti GIS*, viene proposta una disamina dell'evoluzione degli

approcci e delle tecniche utilizzate per lo studio della città, partendo dall'approccio sistemico (Teoria Generale dei Sistemi) fino a giungere all'impiego delle nuove tecnologie GIS al fine di creare un modello interpretativo del sistema urbano. Nel *Capitolo 3 – Lo sviluppo di una metodologia GIS per l'analisi spaziale delle aree urbane*, viene delineato nel dettaglio tutto il lavoro teorico e operativo che è stato svolto per la messa a punto di una metodologia GIS per l'analisi spaziale. Con l'ausilio dei più recenti riferimenti scientifici, sono state individuate e descritte tutte le soluzioni metodologiche che hanno portato all'individuazione dei dati (alfanumerici e spaziali) e delle operazioni di geoprocessing necessarie a quantificare gli impatti conseguenti l'applicazione di politiche di sviluppo integrato. Particolare attenzione è stata data alla scelta del set di tredici indicatori e alla definizione dell'unità spaziale minima rispetto alla quale calcolare gli indicatori. Nel *Capitolo 4 – Un'applicazione della metodologia GIS*, per l'impiego è stato scelto, il territorio comunale di Napoli, sia per verificare la metodologia sviluppata sia per poter valutare gli impatti derivanti dall'applicazione delle politiche di sviluppo integrate avviate negli ultimi decenni nel territorio del comune della città di Napoli.

A conclusione del lavoro svolto nelle tre fasi e alla luce dei risultati emersi, con lo sviluppo della metodologia e la sua applicazione al caso studio della Città di Napoli, è stato possibile conseguire due principali avanzamenti ottenuti tramite questo lavoro di ricerca.

Il primo riguarda lo sviluppo della metodologia GIS per l'analisi spaziale che tramite l'implementazione ex-novo di un tool GIS, consentirà ai tecnici e/o studiosi l'applicazione anche ad altri contesti urbani, in modo da poter verificare lo stato d'attuazione delle politiche integrate e avviare la fase di programmazione di nuovi interventi. La metodologia grazie all'elevato livello di dettaglio e alla possibilità di aggregare rispetto a differenti scale (cella, stazione, linea, rete e città) i risultati degli indicatori consente di trarre informazioni sia ad un livello micro sia ad un livello macro.

Il secondo avanzamento riguarda l'applicazione della metodologia GIS al territorio comunale di Napoli, che ha permesso di valutare come e se le politiche integrate sviluppate negli ultimi venti anni, hanno avuto un impatto sull'uso del suolo e i sistemi socio-economici nelle aree interessate dagli interventi di trasformazione previsti dalle amministrazioni locali. Tali risultati costituiscono un bagaglio conoscitivo a disposizione dei decisori pubblici, dei tecnici e degli studiosi, utile ad individuare le possibili aree d'intervento, a scala micro e macro, così da poter

mettere a punto nuovi piani e progetti di trasformazione integrata Trasporti-Territorio che permettono di migliorare ulteriormente la sostenibilità ambientale, economica e sociale dell'area di studio.

5.3 Sviluppi di ricerca

Il lavoro di tesi svolto con l'obiettivo di mettere a punto una metodologia GIS per l'analisi spaziale in grado di misurare gli impatti sull'uso del suolo e sui sistemi socio-economici conseguenti l'applicazione di politiche di sviluppo integrato Trasporti-Territorio, mette in luce anche alcuni interessanti sviluppi futuri di ricerca che possono essere ulteriormente sviluppati per rendere ancor più robusta e affidabile la procedura alla base della metodologia GIS sviluppata. In particolare, di seguito sono elencati e descritti alcuni dei possibili sviluppi di ricerca:

- Applicazione della metodologia GIS sviluppata anche ad altri contesti urbani italiani ed internazionali. Nello specifico, per l'applicazione della metodologia anche a contesti non italiani sarà necessario effettuare una verifica preliminare della disponibilità dei dati utilizzati;
- Associare al calcolo dei risultati numerici anche un'ulteriore fase di impiego di tecniche statistiche di tipo spaziale, in ambiente GIS, ad esempio tramite lo svolgimento di cluster analysis e hot spot analysis;
- Ampliare e/o diversificare il set di indicatori, tramite inserimento di altri indicatori che consentono una quantificazione in maniera diretta gli impatti ambientali. Ad esempio introducendo indicatori che siano in grado di calcolare la variazione nel tempo e nello spazio dei consumi energetici per le utenze (domestiche e non domestiche) e per i mezzi di trasporto. Per poter inserire questi indicatori sarà necessario reperire dati dei consumi energetici con un elevato livello di dettaglio;
- Aumentare gli istanti temporali di analisi e ridurre l'ampiezza dell'intervallo temporale tra due o più differenti misurazioni. Questo comporterà necessariamente un cambio della tipologia di indicatori, in quanto alcuni dei dati utilizzati non sono disponibili con frequenza maggiore in formato open, questo comporterà la necessità di utilizzare altre tipologie di dati. Una delle possibili soluzioni può derivare

dall'impiego di Big Data per il calcolo degli indicatori, tale scelta dovrà essere supportata da una opportuna analisi conoscitiva, di tipo bibliografico, volta a valutare la capacità di questi indicatori nel quantificare gli impatti derivanti da politiche di sviluppo di tipo integrato Trasporti-Territorio;

- Messa a punto di un indice sintetico con l'assegnazione di pesi a ciascuno dei tredici indicatori considerati;
- Creazione di una piattaforma di web GIS che consenta ai tecnici la possibilità di utilizzare le funzioni della metodologia tramite un portale internet dedicato, in modo da consentire agli utenti di applicare la metodologia al proprio contesto territoriale.

Bibliografia Capitolo

- Bertolini, L., Le Clercq, F., & Kapoen, L. (2005). Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. *Transport Policy*, 12(3), 207-220.
- Cervero, R. (1989). Jobs-Housing Balancing and Regional Mobility. *Journal of the American Planning Association*, 55(2), 136-150. doi:10.1080/01944368908976014
- Cervero, R. (1996). Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American Housing Survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 30(5), 361-377. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0965-8564\(95\)00033-X](http://dx.doi.org/10.1016/0965-8564(95)00033-X)
- Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A., & Martín, J. C. (2010). Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment. *Journal of Transport Geography*, 18(1), 141-152. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.12.003>
- Papa, E., & Pagliara, F. (2006). *Rail network for mobility and city planning: the case of Naples*. Paper presented at the Proceedings of the 3rd International Symposium Networks for Mobility, Stoccarda, Ottobre.