

Analisi GIS del Central Business District di Sassari. Visualizzazioni cartografiche

Silvia Battino (*), Giuseppe Borruso (**)

(*) DiSEA, Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali, Università degli Studi di Sassari,
Via Muroli 25, 01700 Sassari, Tel. +39 079 213001, Fax +39 079 213002, e-mail. sbattino@uniss.it

(**) DEAMS, Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche,
Università degli Studi di Trieste, Via A. Valerio 4/1, I 34127 Trieste
Tel. +39 040 558 7008, Fax +39 040 558 7009, e-mail giuseppe.borruso@econ.units.it

Riassunto¹

Le città rappresentano i luoghi in cui si concentrano flussi di persone, beni e informazioni e, anche se diverse per posizione, dimensioni e funzioni esercitate, si caratterizzano come gli spazi dello sviluppo locale, nazionale o internazionale. Ogni città, anche se rappresentata dal suo “centro storico”, è stata oggetto di specializzazioni e concentrazioni di funzioni, ad esempio commerciali, amministrative, residenziali o culturali. In particolare il Central Business District (CBD) è stato individuato come l’area “centrale” della città. In questo studio ci si concentra sulla definizione di vari indicatori per cercare di delimitare il Central Business District della città di Sassari, a partire dalla distribuzione territoriale delle attività economiche “tipicamente centrali della città”. Dopo aver catalogato e georeferenziato le principali attività economiche che caratterizzano i centri cittadini, confermate dalla letteratura in materia di studi urbani, diversi indicatori sono stati sviluppati per evidenziare le aree più dense di attività della città e provare a tracciare una delimitazione dell’area centrale. Si sono pertanto calcolati alcuni indicatori di concentrazione delle attività, riportati alla lunghezza delle strade e alla popolazione residente, nonché basati su tecniche di analisi spaziale (*point pattern analysis*), che permettono, in particolare, di rappresentare la stima della distribuzione di un fenomeno puntuale quale superficie continua a tre dimensioni. Le elaborazioni, sviluppate in ambiente GIS, hanno consentito di visualizzare l’area centrale, attorno alla “Piazza d’Italia” di Sassari, dove un numero limitato di residenti corrisponde a una più alta concentrazione di attività centrali o “rare”.

Abstract

The cities are places where people, goods and information flows concentrate and, even if they differ in position, dimension and functions, they remain the main players of local, national and international development. Every city, even if represented by its “historic centre” - space that not always has maintained its role of principal central position in the urban evolutionary processes - has experimented developing areas of specialization and concentrations of functions, as districts marked by one or more dominant functions: commercial, administrative, residential or cultural. Starting from the definition of the Central Business District (CBD) or “central place” of the city and keeping as reference the “urban environments” or “districts” of the most recent town-planning project of the

¹ Pur nell’unità del testo, ai soli fini concorsuali, sono da ascrivere alla dott.ssa Silvia Battino i paragrafi “Riassunto - Abstract”, “Introduzione”, “La definizione del CBD - Point pattern e indici spaziali”, “L’area di studio: Sassari e il suo core”, “Risultati - gli indicatori spaziali” e “Conclusioni”. Il dott. Giuseppe Borruso ha curato i paragrafi: “La definizione del CBD - Kernel Density Estimation” e “Risultati - Kernel Density Estimation”. I “Riferimenti bibliografici” risultano frutto del comune lavoro dei due autori.

Le analisi e le elaborazioni cartografiche sono state realizzate grazie al software Intergraph GeoMedia Professional 6.0, nell’ambito del programma Registered Research Laboratory (RRL) tra Intergraph e Università degli Studi di Trieste.

city of Sassari, we performed a quantitative and distributive analysis of the core urban activities of the whole territory of the Municipality of Sassari. Such analysis was realized on a point pattern represented by the spatial distribution of “high level” urban activities and their elaboration by means of spatial indexes and density estimation. The spatial indexes, referred also to urban roads’ length and to the number of residents of every urban subunit considered, highlighted that such kinds of activities refer mainly to the city centre area and concentrate in just four of the thirty-two districts. The GIS elaboration and processing allowed us to represent the central area (CBD), highlighting a core, as Piazza d’Italia, where a limited number of residents corresponds to a greater presence of rare activities.

Introduzione

La tematica relativa all’evoluzione dei sistemi urbani riveste ancora oggi un ruolo rilevante negli studi di molte discipline. Mentre nei decenni precedenti l’importanza di una città si individuava nell’aumento della popolazione, attualmente la sua crescita funzionale si rifà ad altre determinanti: le scelte abitative individuali, il sistema dei trasporti, il prezzo dei terreni, le politiche di pianificazione sono solo alcuni dei fattori che determinano la significatività urbana. Nel corso degli anni, di fronte ai cambiamenti avvenuti nel modello distributivo di acquisizione di beni e servizi da parte dei consumatori, sono intervenute politiche di pianificazione urbana e territoriale che, tramite l’incentivo alla riconversione di aree dismesse, la realizzazione di nuovi distretti finanziari, degli affari, commerciali, industriali, residenziali, ecc., in aree diverse da quelle prettamente centrali, hanno inteso alleggerire la pressione sul centro, mettendo in dubbio la struttura monocentrica della città, a favore di strutture spesso policentriche. All’interno della città non è possibile trovare tutte le sue funzioni in ogni parte, ma le stesse tendono a disporsi, concentrarsi e trasformarsi nel tempo nel modo più efficiente possibile. Secondo differenti studi, la località centrale di più alto grado in ambito urbano è “il centro d’affari”, ossia il Central Business District, nel quale si concentrano le attività più importanti, non solo quelle al dettaglio più specializzate, ma anche quelle professionali e amministrative. Al suo interno è possibile anche identificare un *hard core* o cuore del CBD, costituito generalmente da un’alta concentrazione di uffici, edifici pubblici e punti vendita del commercio al dettaglio, dove si riscontrano, altresì, valori dei terreni più elevati e alta affluenza di traffico in quanto punto focale della rete dei trasporti (Murphy, 1972). L’importanza funzionale del CBD deriva sia dalla grandezza di una città, sia dall’ampiezza dell’*umland* che la stessa serve: la differenza tra il totale dei servizi destinati alla città e l’insieme di quelli relativi alla sua area di attrazione ci porta a comprendere e quantificare il suo grado di centralità (Bonetti, 1967a). Ma come delimitare il CBD? Diverse metodologie sono state utilizzate nel passato, sia di tipo qualitativo, sia di tipo quantitativo (Murphy, 1972; Haggett, 2000; Bonetti, 1979; Davies, 1967; Borruso, 2006). Di seguito proponiamo la definizione e la rappresentazione cartografica del CBD della città di Sassari attraverso un’analisi di tipo quantitativo e distributivo delle attività di rango più elevato, tenendo in considerazione “altresì” degli indicatori di intensità.

La definizione del CBD - Point pattern e indici spaziali

La ricerca svolta si è concentrata sullo sviluppo di indicatori spaziali e di tecniche di analisi di *point pattern*, applicate alla città di Sassari (Sardegna nordoccidentale) per identificare le aree in cui si colloca il suo CBD, a partire dai dati riguardanti le attività economiche, georeferenziati a livello di indirizzo stradale. Sono stati adottati diversi metodi per evidenziare e confrontare l’area del CBD e per individuare i *core* della città per quanto riguarda la predominanza delle attività economiche ivi collocate.

Il metodo adottato si è basato sulla raccolta delle attività urbane e la loro classificazione in categorie, seguita dalla loro georeferenziazione a livello di indirizzo. A questo punto sono stati adottati metodi diversi. Si è iniziato da un’osservazione della distribuzione delle attività attraverso uno *scatterplot* dei dati, anche secondo la loro distribuzione classificata per gruppi di attività. L’analisi è proseguita con la realizzazione di indici spaziali per comprendere la distribuzione

spaziale delle attività terziarie rare nel centro della città, riferite alle unità dei distretti urbani. In particolare tra le attività terziarie considerate si possono ricordare quelle ad elevato valore aggiunto (gioiellerie, boutiques), attività finanziarie (banche e istituti di credito), società di assicurazioni, professionisti (avvocati, commercialisti, architetti, medici) e amministrazioni pubbliche (camere di commercio, enti locali territoriali, ecc.).

Le attività economiche rare sono state pertanto riferite geograficamente non soltanto ai punti relativi agli indirizzi, ma anche alle unità areali come le sezioni di censimento (contenenti altresì dati relativi alla popolazione), ai distretti urbani e ad unità areali che rappresentano i confini della città compatta di Sassari. Si è pertanto ottenuta una prima impressione della concentrazione delle attività per unità areali come i distretti urbani, e derivando la loro densità. Si sono calcolati due ulteriori indici: il primo relativo al numero di attività urbane *core* riferite alla lunghezza delle strade, espresso in termini di numero di attività per segmento di 10m (ac/10m), e il secondo che confronta i residenti alle attività *core* (res/ac).

La definizione del CBD - Kernel Density Estimation

L'analisi si è altresì basata su indicatori di densità quali la *Kernel Density Estimation* (KDE), per trasformare gli eventi puntuali (le attività economiche *core*) in una funzione di densità continua distribuita sulla regione di studio, al fine di visualizzare il fenomeno per mezzo di una superficie a 3D che esprime la variazione della densità degli eventi puntuali sull'area studiata.

Il metodo è stato utilizzato per la modellizzazione di eventi puntuali su una griglia applicata alla regione di studio, con le celle cui viene attribuito un valore di densità a seconda della distribuzione degli eventi. Il KDE è utilizzato in numerosi campi di ricerca, come le scienze della terra, la biologia, l'epidemiologia e più recenti applicazioni alle scienze sociali, che comprendono gli studi urbani, le dinamiche della popolazione, lo studio delle attività centrali e ricreative, le analisi sulla sismicità, solo per citare alcune di queste (Thurstain-Goodwin and Unwin, 2004; Boffi, 2004; Borruso, 2003 e 2006; Borruso, Porceddu, 2009; Danese et al., 2008 e 2009; Murgante, Danese, 2011).

La funzione kernel è tridimensionale e pesa gli eventi all'interno di un certo raggio di influenza, secondo una distanza dal punto di osservazione dell'evento (Gatrell, 1994), e sulla base della formula seguente:

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{s-s_i}{\tau}\right) \quad (1)$$

con $\hat{\lambda}(s)$ la stima dell'intensità della distribuzione di punti, misurata nel punto s ; s_i è l' i -esimo evento, e $k()$ rappresenta la funzione di kernel e τ la soglia, centrata nel punto s , e all'interno della quale gli eventi s_i vengono contati e viene prodotta la funzione di densità (Gatrell, 1994). La funzione di ricerca è determinata dal raggio (o soglia), τ , l'unica variabile da determinare. In generale, bassi valori di soglia producono principalmente picchi locali nella distribuzione di densità, mentre più ampi valori tendono a diluire il fenomeno e smussare eccessivamente il fenomeno osservato. Per ogni cella viene calcolata una funzione kernel che pesa gli eventi entro una certa distanza dal baricentro della cella stessa (Levine, 2004). Le celle presentano valori di densità come una superficie continua nello spazio, con una visualizzazione 'topografica' della distribuzione degli eventi.

L'area di studio: Sassari e il suo *core*

Sassari, capoluogo dell'omonima Provincia sita nella Sardegna nordoccidentale, è, per numero di abitanti, la seconda città dell'Isola dopo Cagliari. Sulla base delle rilevazioni comunali al 31 dicembre 2010 la popolazione residente è di 128.807 abitanti e la sua cintura urbana ne conta circa 110.000. Attualmente, la popolazione residente vive per il 70% nella città compatta e per il 23% in quella diffusa, mentre il restante 7% caratterizza l'insediamento accentrato e sparso dell'agro.

La base di dati utilizzata per delimitare il nostro CBD è stata il servizio Pagine Gialle al 2010 (www.paginegialle.it) che ha permesso di scegliere e catalogare le attività idonee suddividendole in categorie e sottocategorie. Oltre alle attività d'affari si è tenuto conto anche dell'alto significato "centrale" di attività e funzioni di tipo rappresentativo, civico, amministrativo-politico ed economico-produttivo (Chambers, 1931 e Colby, 1933 in Cori 1993). Sono, così, nove le categorie individuate: Abbigliamento e Accessori, Arte e Cultura, Banche e Assicurazioni, Commercio, Professionisti, Servizi alle Imprese, Servizi Immobiliari, Tempo Libero e Uffici Pubblici. Queste sono state, poi, suddivise in 47 sottocategorie per un totale di 1.980 attività (Tabella 1).

Tabella 1. Le attività centrali di Sassari e loro distribuzione percentuale nella città compatta al 2010.

Categoria	Abbigliamento e accessori	Arte e cultura	Banche e assicurazioni	Commercio	Professionisti	Servizi alle imprese	Immobiliare	Tempo libero	Enti locali	Totale
Peso %	12	2	7	8	48	4	4	10	5	100

Fonte: elaborazione da Pagine Gialle (2010).

Risultati - Gli indicatori spaziali

Le funzioni sono state, così, rappresentate sulla carta e in essa si è potuto designare l'area di maggior concentrazione delle stesse. Di seguito la nostra attenzione si è rivolta alla città compatta, in quanto, solo in essa troviamo una rilevante presenza di attività centrali. L'area, infatti, ne è particolarmente dotata poiché, dei 1.980 "punti" del terziario raro censiti, ben 1.691 (85%) sono in essa ubicati (Figura 1).

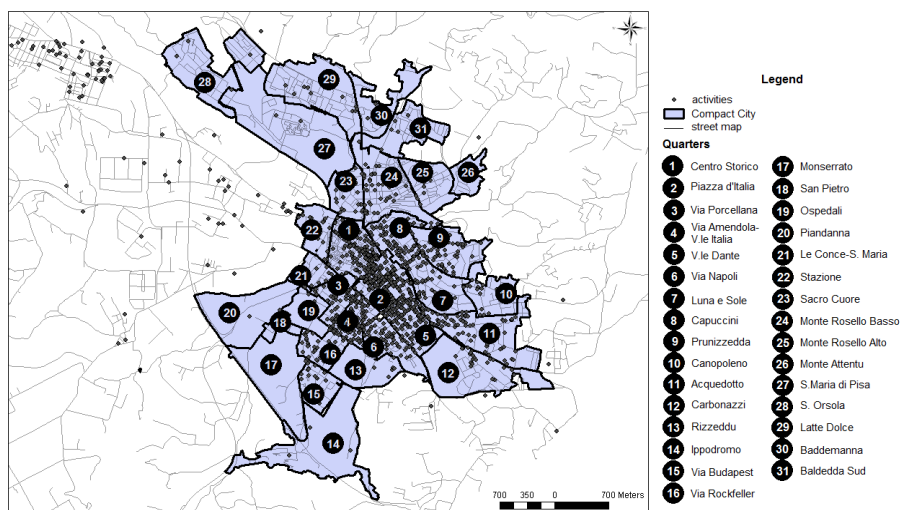


Figura 1. Le attività centrali di Sassari e loro distribuzione nella città compatta al 2010.

Fonte: elaborazione da Cartografia fornita dal Comune di Sassari (2011a).

Sovrapponendo i distretti della città compatta si può notare come quattro di questi siano caratterizzati dal più elevato numero di attività ad altro valore aggiunto: Centro Storico, Piazza d'Italia, Viale Dante e Viale Amendola - Viale Italia, che assieme raccolgono 942 unità (55% del totale). Tra queste, Piazza d'Italia emerge con, da sola, 392 unità. In altri otto distretti limitrofi (Via Porcellana, Acquedotto, Cappuccini, Via Napoli, Via Rockefeller, Prunizzedda, Luna e Sole e Monte Rosello Basso) le funzioni centrali si assestano su numeri più piccoli compresi tra 40 e 100

(Figura 2). Il perimetro di tali distretti centrali potrebbe indurre a pensare che possa identificare il CBD. Per verificarlo, abbiamo calcolato due indici spaziali di intensità sulla città compatta.

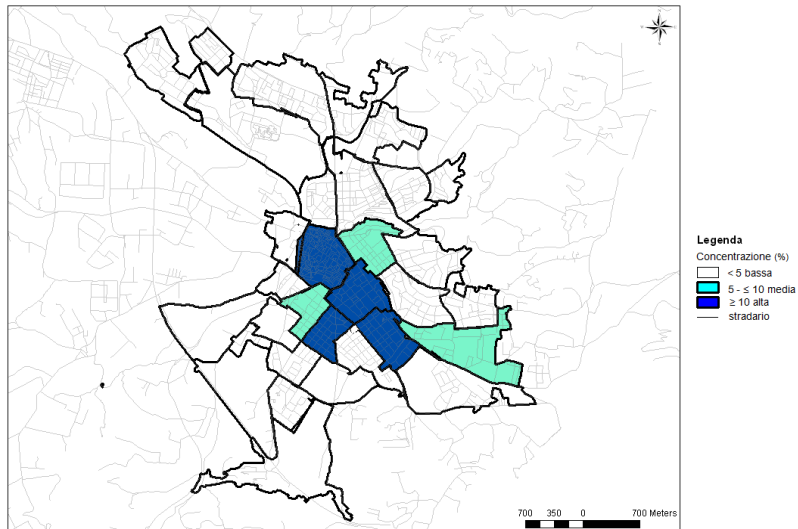


Figura 2. Peso percentuale delle attività centrali nei quartieri della città compatta al 2010.

Fonte: elaborazione da Cartografia fornita dal Comune di Sassari (2011a).

Il primo collega il numero di attività *core* alla lunghezza delle strade (ac/10m), il che ha prodotto una rappresentazione a tre livelli di intensità (bassa, media e alta). Le strade a più elevata intensità si trovano nel distretto di Piazza d'Italia (il 41% di attività in appena tre strade). In particolare si notano i segmenti più "densi" quali Via Vittorio Bellieni (1,6 attività ogni 10m), Via Roma (1/10m), Via Carlo Alberto (1/10m) e Via Cavour (0.9 / 10m) (Figura 3).

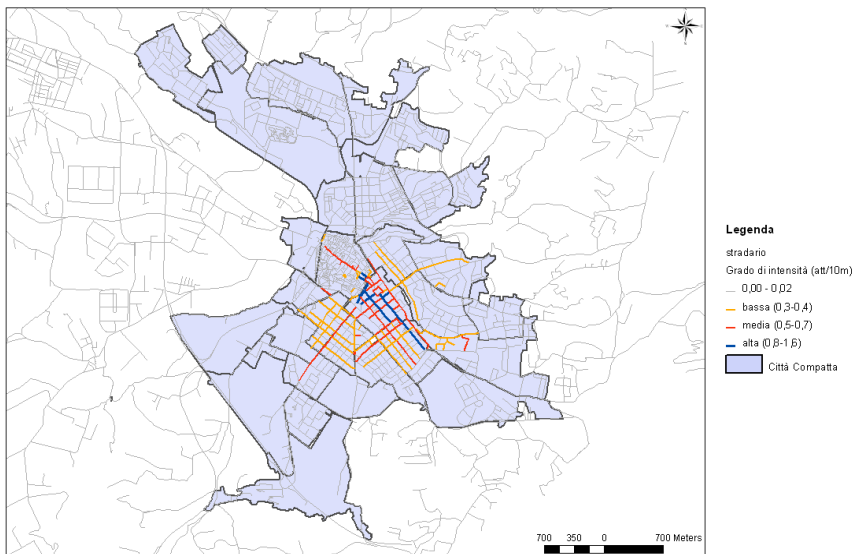


Figura 3. Vie e/o piazze della città compatta di Sassari secondo l'indice di intensità (ac/10m) al 2010.

Fonte: elaborazione da Cartografia fornita dal Comune di Sassari (2011a).

Il secondo indice confronta i residenti e le attività *core* (res/ac) nei diversi distretti urbani, identificando l'eccesso e l'attrattività delle funzioni considerate. A livello comunale, l'indicatore raccoglie 65 unità e presenta un valore basso (>110) sia nelle aree sparse, sia nella città compatta esterna.

In prossimità del CBD l'indice presenta un valore medio, ma diverso nelle otto aree in esame: alto ($\geq 20 - 50$) nei distretti limitrofi al CBD come Via Porcellana, Acquedotto, Cappuccini e Via Rockefeller, medio ($\geq 50 - 80$) in Via Napoli, basso ($\geq 80 - 110$) a Prunizedda e molto basso (>110) a Monte Rosello Basso. Un grado molto alto (<20) viene osservato nell'area centrale e in particolare nel distretto di Piazza d'Italia, Via Dante e Via Amendola - Viale Italia, mentre il valore è alto nel Centro Storico.

I risultati di questa prima analisi confermano l'esistenza di un *Central Business District* urbano che copre l'area compatta della città, evidenziato dai quattro distretti urbani già descritti. Esso presenta una forma a lettera greca "lambda" (λ), in cui le estensioni superiore e inferiore rappresentano rispettivamente il Centro Storico e Viale Dante, mentre le altre "gambe" portano a Via Amendola - Viale Italia. La biforcazione della lettera è rappresentato dal *core*, Piazza d'Italia. Questo disegno del CBD, le cui strade principali vanno da nord-ovest a sud-est lungo Corso Vittorio Emanuele II e Via Roma per più di 1.300m, è dovuto al fatto che è identificato dalle strade più importanti che corrono parallele alle due principali: Viale Dante e Viale Italia. Il CBD, quindi, si concentra su queste strade e su altre che lo costeggiano, in particolare Viale Umberto I, Piazza d'Armi e Via IV Novembre (Figure 2 e 3).

Risultati - Density estimation

I dati sono stati inoltre elaborati tramite KDE - Kernel Density Estimations. Si è utilizzata una griglia di 20m sull'area esaminata (Comune di Sassari) e si è optato per una funzione kernel quartica con diversi raggi di ricerca (122, 177, 269 e 355m, pari a rispettivamente $K = 25, 50, 100$ e 150 unità del "vicino più prossimo"). Di queste si sono scelte per l'analisi quelle di 122 e di 355m (di cui la rappresentazione in figura 4 riguarda solo l'ultima).

Come osservato, valori elevati della soglia possono diluire eccessivamente il fenomeno, mentre valori bassi non portare a visualizzazioni efficaci e dire poco di più della semplice osservazione dei punti sulla carta. Le distanze usate sono state considerate adatte per città di dimensioni medie – come Sassari – similmente a quanto realizzato per altre città (Thurstain-Goodwin e Unwin, 2000; Borruso, Porceddu, 2009). Quella di 122m consente infatti di evidenziare gli effetti più locali, mentre la più ampia (355m) rappresenta una misura dell'accessibilità, risultando pari a circa 5 minuti a piedi. I valori di 122 e 355m sono, inoltre, confermati dal calcolo del "vicino più prossimo", con valori di $K = 25$ e $K = 150$, il che implica un calcolo delle distanze medie, di ordini diversi, fino al k -esimo evento, tra tutti gli eventi dell'insieme (Chainey et al., 2002), limitando così l'arbitrarietà nella scelta del raggio.

La stima di densità così ottenuta si è espressa in "eventi (attività centrali) per chilometro quadrato", per ognuna delle celle della griglia sovrapposta alla regione di studio. Le celle con i loro valori di densità sono stati mappati in una rappresentazione pseudo-3D realizzando linee iso per i valori di densità omogenei.

Dato che i valori di densità di kernel possono essere espressi come "numero di eventi (stimati) per chilometro quadrato", si sono spaziate le isolinee in valori successivi di 100 attività / km^2 , fino al "picco" nel centro cittadino (Piazza d'Italia) con circa 1.500 activities / km^2 utilizzando la soglia di 255m (Figura 4). Celle più "dense" con una maggiore concentrazione di attività centrali sono localizzate nel centro cittadino dove si può notare un "picco" nella superficie di densità. Ciò è altresì confermato dall'elevato numero di attività presenti nell'area.

L'analisi di densità conferma alcuni dei risultati ottenuti utilizzando altri indici e, in particolare, le diverse ampiezze di soglia hanno consentito di visualizzare effetti locali e globali.

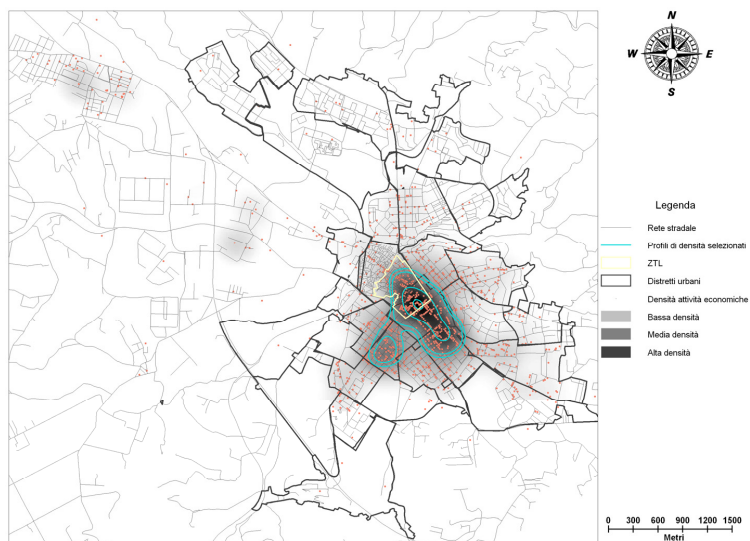


Figura 4. Kernel Density Estimation sulle attività centrali di Sassari. Soglia di 355m ($K = 150$).

Fonte: elaborazione da Cartografia fornita dal Comune di Sassari (2011a).

La soglia di 355m fornisce delle immagini più precise relativamente alla forma generale e all'orientamento del cluster di attività e pertanto del CBD. Si conferma "Piazza d'Italia", sia come piazza, sia come nome del quartiere urbano, come il centro della distribuzione di attività e come l'area con la più alta intensità delle medesime. Il CBD "vero e proprio" si potrebbe evidenziare nella linea di livello che corrisponde alle 1.100 attività per chilometro quadrato, secondo un orientamento nordovest – sudest, a partire dal confine del Centro storico, attraverso Piazza d'Italia e a finire in Viale Dante. Un altro picco separato può essere osservato nel distretto urbano di Via Amendola – Viale Italia. Comunque, considerando linee di livello più ampie (700 unità / km²) si può ridisegnare la "lambda" suggerita dagli altri indicatori, pertanto allargando i margini del CBD sassarese.

Conclusioni

Le metodologie sperimentate nella definizione del CBD della città di Sassari hanno portato a risultati interessanti; in particolare per l'utilizzo di metodi diversi riferiti a elementi puntuali, lineari e areali, si è riusciti a ottenere un'immagine consistente dell'estensione spaziale e delle caratteristiche dell'area centrale. I risultati sono stati inoltre confermati dalla stima della densità che ha consentito di andare oltre alle limitazioni tipiche delle aree 'disegnate dall'uomo', quali quartieri e unità amministrative. È stato possibile evidenziare il raggruppamento di attività centrali e, grazie alla possibilità di variare i parametri, effettuare analisi alle diverse scale, fornire basi per il confronto con altre aree urbane, nonché sottolineare i diversi caratteri e le specializzazioni delle microaree di un'area urbana, elemento utile per ridisegnare, se necessario, alcune unità amministrative.

Riferimenti bibliografici

Battino S. (2012), "Estensione e delimitazione dei core urbani della città di Sassari", *Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia*, 144 (in stampa).
 Battino S., Borruso G., Donato C. (2012), "Analyzing the Central Business District. The Case of Sassari in the Sardinia Island", Murgante B. et al. (eds.): *ICCSA 2012*, Part II, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, LNCS 7334: 624 - 639.

- Bauman Z. (2008), *Consumo, dunque sono*, Editori Laterza, Roma.
- Bonetti E. (1967a), *La localizzazione delle attività al dettaglio*, Giuffrè, Milano.
- Bonetti E. (1967b), *Le attività al dettaglio e la loro localizzazione*, estratto da “Atti del XX Congr. Geogr. Italiano”, Società Geografica Italiana, Roma.
- Bonetti E. (1979), “Un riesame della teoria delle località centrali”, *Bollettino della Società Geografica Italiana*, X (VIII): 475 - 487.
- Borruso G. (2003), *Studio della popolazione e della sua evoluzione a scala urbana. Primi risultati di analisi di densità dei dati spaziali*, Atti della 7a conferenza ASITA “L’Informazione Territoriale e la dimensione tempo”, 467 - 472.
- Borruso G. (2006), *Il ruolo della cartografia nella definizione del Central Business District. Prime note per un approccio metodologico*, Dipartimento di Scienze Geografiche e Storiche, Sez. di Geografia Economica e Politica del territorio, Università degli Studi di Trieste.
- Borruso G., Porceddu A. (2009), “A Tale of Two Cities. Density Analysis of CBD on Two Midsize Urban Areas in Northeastern Italy”, in Borruso G., Lapucci A., Murgante B. (eds.) *Geocomputational Analysis for Urban Planning. Studies in Computational Intelligence*, 176: 37 - 56.
- Boffi M. (2004), *Scienza dell’informazione geografica*, Zanichelli, Bologna.
- Chainey S., Reid S., Stuart N. (2002), “When is a hotspot a hotspot? A procedure for creating statistically robust hotspot maps of crime”, in Kidner D, Higgs G, White S (eds), *Socio- Economic Applications of Geographic Information Science, Innovations in GIS*, 9, Taylor and Francis. London.
- Comune di Sassari (2011), *Popolazione residente al 2010*, Sassari.
- Comune di Sassari (2011a), *Cartografia comunale*, Sassari.
- Cori B. (1993), *Città, spazio urbano e territorio in Italia*, Franco Angeli, Milano.
- Danese M., Lazzari M., Murgante B. (2008), “Kernel Density estimation methods for a geostatistical approach in seismic analysis: the case study of Potenza Hilltop Town (Southern Italy)”, in Gervasi O., Murgante B., Laganà A., Taniar D., Mun Y., Gavrilova M. L. (eds), *Proceedings of the International Conference on Computational Science and its Applications ICCSA 2008*, part I, LNCS 5072, 415 - 427.
- Danese M., Lazzari M., Murgante B. (2009), “Geostatistics in historical macroseismic data analysis”, *Transactions on Computational Sciences*, 6 (5730): 324 – 341.
- Davies W. K. D. (1967), “Centrality and the Central Place Hierarchy”, *Urban Studies*, 4: 61 - 79.
- Gatrell A. (1994), “Density Estimation and the Visualisation of Point Patterns”, in Hearnshaw H. M. and Unwin D. J. (eds), *Visualisation in Geographical Information Systems*, Wiley, Chichester.
- Haggett P. (2000), *Geography: A Global Synthesis*, Pearson Education, Harlow.
- Harvey D. (1998), *L’esperienza urbana. Metropoli e trasformazioni sociali*, Il Saggiatore, Milano.
- Levine N. (2004), *CrimeStat III: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations*, Ned Levine & Associates, Houston, TX, and the National Institute of Justice, Washington.
- Murgante B., Danese M. (2011), “Urban versus Rural: the decrease of agricultural areas and the development of urban zones analyzed with spatial statistics” - Special Issue on “Environmental and agricultural data processing for water and territory management”, *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems (IJAEIS)*, 2(2): 16 - 28.
- Murphy R.E. (1972), *The central business district. A study in urban geography*, Aldine-Athertone, Chicago.
- Rousseau M. (2009), “Re-imaging the City Centre for the Middle Classes: Regeneration, Gentrification and Symbolic Policies”, *Loser Cities - International Journal of Urban and Regional Research*, 33: 770 - 788.
- Thurstain-Goodwin M., Unwin D. J. (2000), “Defining and Delimiting the Central Areas of Towns for Statistical Modelling Using Continuous Surface Representations”, *Transactions in GIS*, 4: 305-317.