

# Analisi frattale dei tessuti urbani periferici

Michele Grimaldi

Università degli Studi di Salerno

## *Abstract*

Nel corso degli ultimi anni si è assistito ad una mutazione delle tradizionali dinamiche di crescita urbana con conseguente aumento demografico in territori sempre più decentrati.

Dalla città compatta e, spesso, regolare di una volta, si è passati ad una città frammentata e diffusa sul territorio, contraddistinta da una bassa densità.

Un'analisi delle diverse morfologie urbane che si sono sviluppate è fondamentale sia per la comprensione del fenomeno, sia per il suo monitoraggio.

Il presente contributo intende mettere in evidenza le potenzialità della geometria frattale nel trattamento delle nuove morfologie urbane con particolare riferimento ai territori di margine dove si assiste ad una *frammentazione* del tessuto urbano.

## **SOMMARIO**

L'obiettivo è quello di analizzare la forma urbana, a differenti epoche, sfruttando le potenzialità della geometria frattale. Dopo una breve introduzione teorica e delle sue potenzialità in termini di analisi del tessuto insediativo, viene presentato il percorso metodologico seguito per analizzare la forma urbana, con riferimento ad un caso applicativo, ed i primi risultati ottenuti.

Il presente contributo si inquadra all'interno di una ricerca di dottorato dal titolo *Conoscenza ed interpretazione delle dinamiche insediative a supporto dei processi di governo del territorio*.

## **INTRODUZIONE**

Analizzando le città dal punto di vista della loro morfogenesi ci accorgiamo che lo spazio urbano si è enormemente dilatato, frammentato, disperso. Dalla città storica compatta si è passati, negli anni, a insediamenti sempre più ramificati e dispersi sul territorio. Si è avuta una mutazione delle tradizionali dinamiche di crescita urbana con conseguente aumento demografico in territori sempre più decentrati.

Tutto questo si traduce, dal punto di vista del sistema insediativo, nel fatto che, non assistiamo più alla dicotomia urbano-rurale, bensì, ad una ambiguità tra questi due ambiti territoriali.

Mentre molto è stato fatto circa la conoscenza delle cause del fenomeno dell'espansione e degli effetti che esso in termini di costi produce, poco ancora è stato fatto per quanto riguarda la misurazione del fenomeno.

Il punto di partenza resta l'osservazione della struttura urbana nel tempo. Tuttavia gli studi classici di morfologia urbana cadono in difetto innanzi alle nuove "forme urbane".

L'analisi frattale si presenta come un potente mezzo per la descrizione spaziale dei tessuti urbani.

## **GEOMETRIA FRATTALE**

Essa si riferisce ad un punto preciso, scelto come centro del conteggio. La maglia è sostituita da un cerchio di raggio  $r$ , all'interno del quale è necessario contare il numero di punti occupati  $N(r)$ .

La relazione che si ottiene è la seguente:

$$\log N(r) = D_r * \log (r)$$

Essa permette di esplorare la microstruttura di un tessuto urbano.

## **PERCORSO METODOLOGICO**

L'obiettivo è stato quello di analizzare la forma urbana attraverso la dimensione frattale e la sua variabilità spaziale, nonché la sua evoluzione temporale mediante il confronto che la dimensione assume in corrispondenza di differenti soglie storiche.

Ai fini dello studio in atto è stato preso a riferimento il comune di Mercato S. Severino in provincia di Salerno. L'area per la sua posizione strategica, essendo vicina al campus universitario di Fisciano e confinante con i comuni dell'Agro-nocerino-sarnese, è stata interessata negli ultimi decenni da una intensa dinamica espansiva condotta secondo logiche frammentarie che nel tempo hanno consumato porzioni sempre maggiori di suolo.

L'analisi è stata condotta, utilizzando il software Fractalyse 2.4 sviluppato dall'università francese di Besancon sotto la direzione del professor Pierre Frankhauser, secondo le seguenti tappe:

- estrazione dell'edificato;
- analisi globale dell'edificato in corrispondenza di differenti soglie storiche;
- analisi locale in corrispondenza di determinati punti.

Con riferimento alla prima tappa, vediamo che il software elabora immagini raster in formato tiff in bianco e nero. È stato necessario pertanto, ripulire le mappe in modo da avere il solo edificato. Per lo studio in esame ci siamo rifatti a due mappe raster, un IGM del 1956 in scala 1:25000 e una ricavata da un fotogrammetrico del 1971 in scala 1:5000, ed una mappa vettoriale in scala 1: 5000 del 1998. Si è innanzitutto operata una georeferenziazione delle stesse, nei limiti della loro qualità, quindi si è proceduto alla estrazione dell'edificato.

Una volta ottenute le mappe si è proceduto all'analisi globale. Essa fornisce informazione sulla ripartizione spaziale dell'edificato nella sua totalità. I metodi adottati sono stati l'analisi di dilatazione, quella di correlazione e quella radiale.

I risultati sono stati organizzati in maniera tale da agevolare il confronto tra due epoche successive.

L'analisi locale descrive la ripartizione dell'edificato in corrispondenza di un determinato punto fornendo una informazione più dettagliata sull'organizzazione spaziale dello stesso. Tale analisi necessita pertanto della individuazione di una determinata porzione di territorio attraverso la scelta di una opportuna finestra. In questo modo però il risultato va così a dipendere dalla scelta della finestra in termini di posizione e di taglio della stessa.

Il dibattito scientifico è aperto su questo particolare aspetto dell'analisi locale, e non ha trovato ancora soluzione. I risultati presenti in letteratura sono tuttavia soddisfacenti e fanno dell'analisi locale un potente mezzo per la descrizione quantitativa di porzioni di tessuto.

Con riferimento a questo particolare aspetto si è pensato di analizzare l'intero territorio facendo variare in maniera sistematica il punto di analisi e mantenendo fisso il taglio della finestra.

Operativamente si è discretizzata la mappa dell'edificato con una maglia di cento metri per cento metri, ed in corrispondenza del baricentro di ciascuna cella si è considerata una finestra quadra di taglio pari ad una corona di celle intorno alla  $i$ -esima.

Il passaggio successivo è stato quello di individuare il metodo di calcolo della dimensione frattale. Generalmente le analisi locali vengono condotte secondo il metodo radiale, tuttavia in questo caso date le ridotte dimensione del raggio i risultati risultavano essere scarsamente attendibili; si è pensato allora di utilizzare il metodo di correlazione che è risultato più affidabile.

Dato che il software non si presta ad una iterazione delle operazioni, per la sperimentazione in atto si è fissata l'attenzione su di una porzione dell'edificio, sempre con riferimento alle tre epoche.

Si è proceduto al calcolo della dimensione frattale in corrispondenza di ciascuna cella organizzando i risultati in un foglio di calcolo per agevolare il confronto. In particolare ciascun valore della dimensione frattale è stato valutato sia rispetto all'adattamento, sia rispetto alla distanza di correlazione che deve essere fissata.

Con riferimento al test di adattamento ci si è rifatti ai test presenti in letteratura, vale a dire per valori  $\epsilon$  compresi tra 0.9999 e 1 si ha un ottimo adattamento, per valori compresi tra 0.999 e 0.9999 buon adattamento e per valori inferiori a 0.999 scarso adattamento. Per quanto riguarda la distanza di correlazione,  $\delta$  ci si è rifatti al range costituito dal lato della finestra e dal valore minimo di default.

I risultati ottenuti, organizzati in un GIS, hanno fatto registrare per la gran parte dei casi una situazione caratterizzata da un test buono in corrispondenza di un  $\delta$  pari al lato, .....

I risultati ottenuti per le diverse epoche sono stati clusterizzati ottenendo così delle factor map di sintesi.

### *Riferimenti bibliografici*

- Mandelbrot B. (1987-2000), *Gli oggetti frattali*, Einaudi, Torino, (prima edizione francese 1975).
- Peitgen H. O. (1987), *La bellezza dei frattali: immagini di sistemi dinamici complessi*, Heinz-Otto Peitgen, Peter H. Richter - Torino.
- Mandelbrot B. (1982), *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman, New York.
- Feder J. (1988), *Fractals*, Plenum Press, New York.
- Falconer K.J. (1990), *Fractal Geometry: mathematical foundations and applications*, Wiley.
- Crilly J., Earnshaw R. A., Jones H. (1991), *Fractals and Chaos*, Springer - Verlag, New York.
- Jones H. (1991), *Fractals and Chaos*, Springer - Verlag, New York, pp. 43-69.
- Briggs J. (1992), *Fractals The Patterns of Chaos*, Thames and Hudson, London.
- Pascolini, A. (1992), *Insiemi frattali e sistemi dinamici non lineari*, Alessandro Pascolini - Padova.
- Batty M., Longley P. A. (1994), *Fractal Cities: a Geometry of Form and Function*, London and San Diego, Academic Press.
- Bandt C., Graf S. (1995), *Fractal geometry and stochastics*, Martina Zahle editors, Basel.
- Bovill C. (1995), *Fractal Geometry in Architecture and Design*, Birkhäuser, Boston.
- Bunde A., Havlin S. (1996), *Fractals and disordered systems*, Berlin.
- Bertuglia C. S., Vaio F. (a cura di) (1997), *La città come entità altamente complessa*, F. Angeli, Milano.
- Lucchi Basili L. (1997), *La geometria frattale dell'organizzazione urbana: oltre la crisi dell'ordine spontaneo*, in Bertuglia C. S., Vaio F. (a cura di), "La città e le sue scienze", Vol. I - La città come entità altamente complessa, Bertuglia C. S., Vaio F., F. Angeli, Milano, pp. 207-238.
- Lévy Véhel J. ET AL. (1997), *Fractals in Engineering*, Springer, London.
- Marino D. (1997), *Auto-organizzazione, complessità spaziale e scelte localizzative dei sistemi economici locali: il ruolo delle politiche economiche-territoriali*, XVIII Conferenza AISRe (i frattali nella dinamica economica).
- Chaos fractals models*, a cura di Guindani F. M & Salvadori G., Pavia, (1998).

Caglioni M., Rabino G. (2003), *L'analisi frattale delle città: il caso dell'area metropolitana milanese*, INPUT 2003, Terza conferenza nazionale su informatica e pianificazione urbana e territoriale, Pisa 5-7 Giugno.

Arlinghaus S. L. (1985), *Fractals take a central place*, Geografiska Annaler, Volume 67B, pp.83-88.

Batty M., Longley, P. A. (1986), *The fractal simulation of urban structure*, Environment and Planning, A, Volume 18, pp. 1143-1179.

Batty M., Longley P., Fotheringham S. (1989), *Urban growth and form: scaling, fractal geometry, and diffusion-limited aggregation*, in Environment and Planning, vol. 21, pp. 1447-1472.

Bellacicco A. (1990), *La rappresentazione frattale degli eventi: caos, caso e ordine*, Roma.

Batty M., *Cities as Fractals: Simulating Growth and Form*, in Crilly A. J.

Earnshaw R. A. (1991), *Fractals and Chaos*, Springer - Verlag, New York.

Briggs J. (1992), *Fractals The Patterns of Chaos*, Thames and Hudson, London.

Batty M., Longley P. A. (1994), *Fractal Cities: a Geometry of Form and Function*, London and San Diego, Academic Press.

Oliver D. (1994), *Frattali: principi, tecniche, programmi e applicazioni*, Dick Oliver, Daniel Hoviss, Milano.

Frankhauser P. (1994), *La Fractalité des Structures Urbaines*, Anthropos.

Bovill C. (1995), *Fractal Geometry in Architecture and Design*, Birkhäuser, Boston.

Donato F., Lucchi Basili L. (1996), *L'ordine nascosto dell'organizzazione urbana*, F. Angeli, Milano.

Bertuglia C. S., Vaio F. (a cura di) (1997), *La città e le sue scienze*, F. Angeli, Milano.

Bertuglia C. S., Vaio F., (a cura di) (1997), *La città come entità altamente complessa*, F. Angeli, Milano, Vol. I, II e III.

Ferlaino F. (1997), *Le scienze della città: strumenti analitici e complessità*, in BERTUGLIA C. S., Vaio F., (a cura di), "La città e le sue scienze", Vol. II, F. Angeli, Milano, pp. 157-186.

Lucchi Basili L. (1997), *La geometria frattale dell'organizzazione urbana: oltre la crisi dell'ordine spontaneo*, in Bertuglia C. S., Vaio F. (a cura di), "La città e le sue scienze", Vol. I, pp. 207-238.

Frankhauser P. (1997), *L'Approche Fractal, un nouvel outil de réflexion dans l'analyse spatiale des agglomérations urbaines*, Congressi e Colloqui.

Harte D., Raton B. (1999), *Multifractals : theory and applications*.

Rodin V., Rodina E. (2000), *The fractal dimension of Tokyo's streets*, *Fractals*, 8(4), pp. 413-418.

Lombardini G. (2003), *Contributi dell'ontologia formale per l'elaborazione di modelli evolutivi di morfologie territoriali*, INPUT 2003, Terza conferenza nazionale su informatica e pianificazione urbana e territoriale, Pisa 5-7 Giugno.