



senseable city lab:...

Riccardo Maria Pulselli
Pietro Romano
Carlo Ratti
Enzo Tiezzi

The Ecology of the Urban Landscape and the Chemistry of the City

L'ecologia del paesaggio urbano e la chimica della città

RICCARDO MARIA PULSELLI, PIETRO ROMANO, CARLO RATTI E ENZO TIEZZI

Reazioni Oscillanti

Negli anni '50 e '60, due scienziati russi, Boris Belousov e Anatol Zhabotinsky, scoprirono e descrissero nel dettaglio la più famosa tra le reazioni chimiche oscillanti (ora conosciuta come reazione di Belousov-Zhabotinsky, o semplicemente BZ), dando origine ad un intenso dibattito nel campo della chimica fisica applicata. Le reazioni oscillanti sono fenomeni in cui si verifica un complesso meccanismo di reazione che produce variazioni spontanee di alcune specie chimiche presenti in una soluzione. In opportune condizioni sperimentali, questo fenomeno è visibile nella forma di spettacolari e repentini cambiamenti cromatici. In particolare, alle variazioni periodiche della concentrazione degli intermedi di reazione e dei catalizzatori corrisponde una progressiva variazione di configurazioni geometriche, forme e colori.

Questa formazione di strutture spazio-temporali è di grande interesse perché dà luogo ad un fenomeno di autoorganizzazione macroscopica che deriva da interazioni microscopiche tra costituenti organici e inorganici del sistema. Da una condizione iniziale di uniformità e caos si genera spontaneamente ordine. L'interazione tra le parti, attraverso processi cinetici e diffusivi, è la condizione necessaria per la formazione di strutture organizzate nello spazio e nel tempo. Si possono osservare oscillazioni solo in sistemi in cui c'è uno scambio continuo di energia e/o materia con l'esterno, e lontani dall'equilibrio, cioè in uno stato dinamico, variabile e non omogeneo.

Questa ricerca nel campo della chimica delle reazioni oscillanti offre un ulteriore campo d'osservazione rispetto alla chimica meccanica tradizionale che studia le modalità di assemblaggio geometrico e l'organizzazione formale degli atomi e delle molecole presenti

in natura. Al contrario, la nuova fisica cerca di studiare la complessità dell'evoluzione biologica di sistemi soggetti a regole non lineari, e pertanto complessi, come è il caso delle reazioni oscillanti. In tali sistemi, il tempo risulta essere un fattore oggettivamente come informazione e memoria della dinamica delle trasformazioni. La chimica fisica compie in questo modo i primi passi verso la comprensione dei sistemi viventi a partire dallo studio di fenomeni che manifestano comportamenti complessi e autoorganizzanti. In pratica, la chimica fisica evolutiva studia fenomeni in cui si osserva l'emergenza di novità, cioè in cui l'ordine si genera dal caos (*'order out of chaos'* è un'espressione cara alla scuola di Ilya Prigogine, padre della fisica evolutiva e premio Nobel per la chimica nel 1977), per cercare di capire la vita e la sua capacità di autoorganizzarsi.

Immaginiamo di traslare queste considerazioni verso lo studio del comportamento degli ecosistemi, la cui caratteristica è quella di essere sistemi naturali in cui le interazioni tra una comunità di organismi e l'ambiente fisico generano fenomeni di non linearità. In particolare, questo approccio costituisce una fonte di riflessione per lo studio degli *ecosistemi umani*, della società e della città. In questi casi, la non linearità è riscontrabile quando una minima perturbazione localizzata produce effetti diffusi che coinvolgono una parte del sistema o tutto l'intero.

Più un sistema è complesso e caratterizzato da forti interdipendenze tra le parti, spesso altamente specializzate, e più gli effetti, anche dovuti a fenomeni localizzati, si riscontrano ad un'ampia scala. Comportamenti collettivi, con proprietà nuove, che sfuggono dal controllo e dalla comprensione dei singoli, possono emergere per effetto della variazione delle relazioni tra le diverse componenti del sistema in esame (componente sociale, economica, tecnologica, fisica); una variazione dell'am-

The ecology of the urban landscape and the chemistry of the city

In the fifties and sixties, two Russian scientists, Boris Belousov and Anatol Zhabotinsky, discovered the most famous of all oscillatory chemical reactions and described in detail (it is now known as the Belousov-Zhabotinsky reaction or simply the BZ reaction). The discovery sparked an intense debate in the field of applied physical chemistry. Oscillatory reactions are events in which complex reactions produce spontaneous variations in certain chemicals present in a solution. Under suitable test conditions, this phenomenon creates spectacular and rapid changes in colour. In particular, the periodic variations of the concentration of the reaction intermediators and catalysts corresponds to a progressive variation of their geometry, form and colour.

The creation of spatio-temporal structures is extremely interesting because it causes macroscopic self-organisation that depends on microscopic interaction between organic and inorganic elements in the system.

Order is created from an initial state of uniformity and chaos.

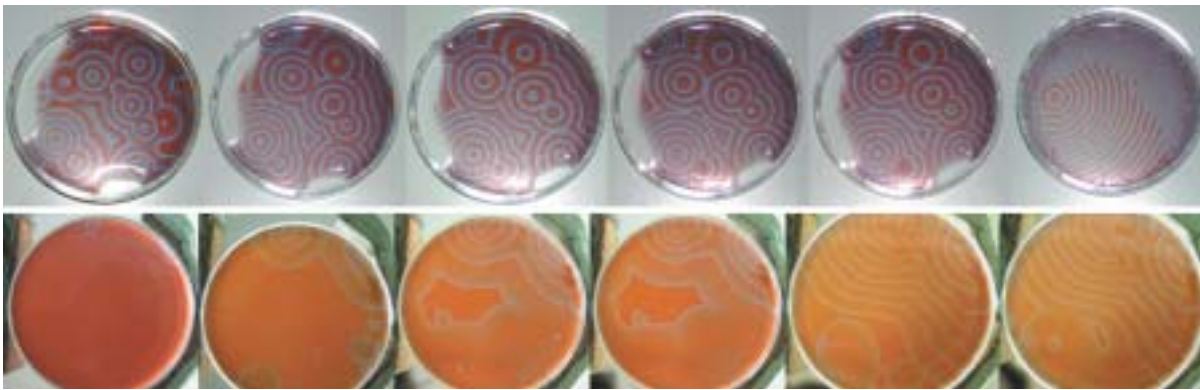
Interaction between the elements is induced by kinetics and internal diffusion; it is required to create structures organised in space and time. Oscillations can only be observed in systems in which there is a constant exchange of energy and/or matter with the exterior, systems that are far from balanced, i.e., in a dynamic, variable and non-homogeneous state.

This research in the field of oscillatory chemical reactions provides a fresh viewpoint compared to traditional mechanical chemistry that

studies geometric assembly and the formal organisation of atoms and molecules present in nature. On the contrary, new physics studies all aspects of the biological evolution of systems subject to non-linear and therefore complex rules, as in the case of oscillatory reactions. In these systems, time can become an objective factor like the information and memory of the dynamics of transformations. This is how physical chemistry begins to understand living systems: it studies phenomena that have complex or self-organised behaviour patterns. In practice, in order to understand life and its ability to self-organise, evolutionary physical chemistry studies phenomena which present novelties, i.e., in which order is born from chaos (*order out of chaos* is an expression dear to the school of Ilya Prigogine, father of evolutionary physics and winner of the Nobel Prize in Chemistry in 1977).

Let's try to apply these considerations to the study of the behaviour of ecosystems; the latter are natural systems in which interaction between a group of organisms and the physical environment leads to non-linear phenomena. In particular, this approach can be used as a basis on which to start to study *human ecosystems*, society and the city. In these cases, non-linearity is present when the slightest localised turbulence produces extensive effects that involve part or all of the system.

The more complex and interdependent a system, often with highly specialised components, the more the effects caused by localised phenomena occur on a bigger scale. Collective behaviour, with new properties that escape the control or comprehension of each single part, may emerge because of the



1

biente fisico, l'assunzione di un insieme di regole o una flessione del mercato determinano una ridefinizione del comportamento della comunità. Plausibili esempi sono quei casi in cui i problemi di degrado ambientale e di inquinamento, legati ai fenomeni di forte polarizzazione e di pendolarità, hanno portato allo sviluppo di nuove politiche urbane rivolte, da un lato al decentramento, dall'altro, al controllo dei sistemi della mobilità; si è modificato dunque il modo di fruire dei servizi e degli spazi nei centri e nelle periferie della città. I fenomeni della ristrutturazione industriale e della esternalizzazione delle produzioni, negli anni '80, hanno provocato la frammentazione e la diffusione dei processi produttivi con effetti evidenti sull'organizzazione e la configurazione fisica della città e del territorio. Il turismo, le attività ricreative legate al benessere e al tempo libero si sovrappongono e talvolta sostituiscono gli usi e i flussi ordinari estendendo le ore di vita della città contemporanea, che risulta sempre più un organismo in continua ed incessante attività. La riduzione dei tempi e dei costi di trasporto, le nuove tecnologie di telecomunicazione, come i sistemi di telefonia mobile, computer wireless, server remoti, hanno recentemente cambiato il modo di scambiare informazioni, di interagire e muoversi o di fruire degli spazi urbani, pubblici e privati. Il cambiamento delle modalità d'uso di servizi e infrastrutture, l'innovazione dei sistemi di mobilità e telecomunicazione, le trasformazioni dei comportamenti sociali, modificano la percezione della città e danno vita a nuove forme emergenti di paesaggio urbano.

★★★

Un approccio ecosistemico per lo studio della città suggerisce di approdare ad una visione complessiva dei sistemi urbani, piuttosto che limitarsi ad una lettura formale e riduzionista, basata sulla semplice analisi dei singoli aspetti della città, quali la forma, la struttura e la funzione, senza metterli in relazione tra

loro e coglierne gli aspetti dinamici e di cambiamento, come è stato per il passaggio dalla chimica meccanica alla fisica evolutiva. In questa nuova ottica, nel caso della città e della società, si cerca di osservare la configurazione delle interazioni tra le singole parti, gli individui per esempio, e tra le parti e il tutto. Questa configurazione è l'espressione tangibile dell'organizzazione del sistema ed è variabile, mutevole e in perpetuo movimento.

★★★

Le caratteristiche generali, strutturali e dinamiche, di un sistema urbano possono essere descritte attraverso la formazione di *patterns* che, come sostiene Ulanowicz, si manifestano a livello *macro* per effetto delle interazioni tra i costituenti del sistema ad un livello *micro*. La formazione di queste relazioni attraverso le forme della mobilità e dell'insieme delle attività della città è l'oggetto di questo filone di ricerca, che studia i sistemi lontani dall'equilibrio, e quindi fortemente dinamici e dissipativi. Il primo passo consiste in un tentativo di visualizzare le trame delle dinamiche sociali sul tessuto della città. Come hanno recentemente constatato anche Koolhaas, Boeri e altri, la manifestazione delle forze che configurano la città è passata dalla sfera del visibile a quella dell'invisibile; vale a dire, la città non è rappresentata in termini di composizione, gravità, forma o materiali più di quanto lo sia attraverso l'investigazione di fenomeni demografici, sociali o economici. La descrizione di questi aspetti, attraverso il calcolo e l'elaborazione di dati statistici e quantitativi che esprimono parametri spaziali e temporali, permette di rivelare la formazione di *patterns* o geografie variabili di diverse forme di attività nel contesto urbano. La natura evolutiva e adattativa del sistema delle relazioni società-ambiente, uomo-città, vivente-non vivente, è, in ultima analisi, la materia dell'indagine.

★★★

In un recente studio, denomi-

effects of variations in the relationship between different social, economic, technological and physical parts of the system in question; changes in the physical environment, the creation of a set of rules, or a drop in the market, determine changes in collective behaviour. Plausible examples are those cases in which problems of environmental decay and pollution caused by intense polarisation and commuting have led to new urban policies that tackle decentralisation and control transportation systems. Changes have occurred in the way in which we use services and districts in city centres and suburbs. Industrial restructuring and production outsourcing in the eighties caused fragmentation and reduction in production. This clearly affected the physical organisation and configuration of the city and regions. Tourism and recreational activities linked to wellness and free time now overlap; sometimes they replace traditional customs and trends, increasing the time people spend in modern cities that increasingly look like relentlessly active organisms. Reduction in the cost and time of transportation and new telecommunications technologies (mobile phones, wireless computers and remote server) have recently changed the way in which we share information as well as our way of interacting, moving and enjoying both private and public urban areas. Our idea of the city is influenced by changes in how we use services and infrastructures, innovative mobility and telecommunications systems as well as changes in social behaviour: this leads to new, nascent forms of urban landscape.

An ecosystemic approach to studying the city suggests we should tend towards a holistic vision of urban systems rather than limit ourselves to a formal, reduction-

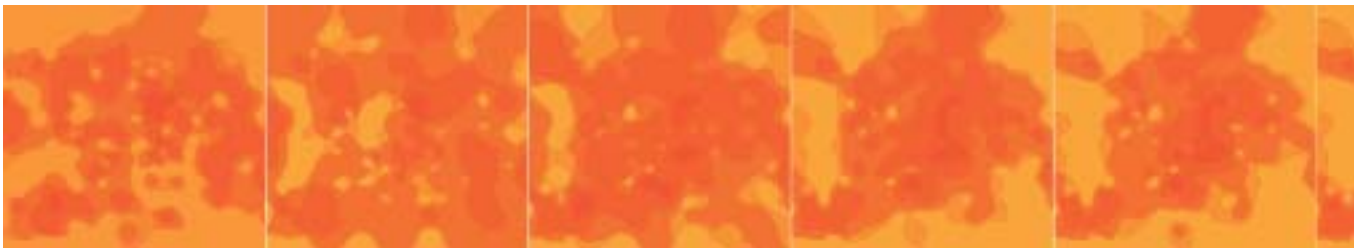
ist interpretation based on a simple analysis of each aspect of the city such as form, structure and function. It suggests we combine them to see what they have to offer in the form of dynamism and change, similar to the shift that took place between mechanical chemistry and evolutionary physics. In the case of the city and society, and bearing in mind this new viewpoint, this study focuses on the configuration of interaction between single parts, for example between individuals, and between the parts and the whole. This configuration is the tangible example of the organisation of the system; it is variable, changeable and in perpetual motion.

★★★

The general, structural and dynamic characteristics of an urban system can be described using *patterns* which, in Ulanowicz's opinion, are visible at *macro* level thanks to interaction between parts of the system, as well as at a *micro* level. These relationships are created by forms of mobility and all urban activities: this is the focus of the research. It studies the systems that are unbalanced and therefore intensely dynamic and wasteful. The first stage attempts to visualise the patterns of the city's social dynamics. As recently outlined by Koolhaas, Boeri, etc., signs of the city's organisational forces have shifted from what is visible to what is invisible. In other words, the city is no more represented by composition, gravity, form or materials than it is by the study of demographic, social or economic trends. Illustrating these aspects using calculus and the elaboration of statistical and quantitative data that express spatial and temporal parameters allows us to identify *patterns* or variable geographies of different types of urban activities. In

1. Sequenze di due reazioni oscillanti (reazioni BZ) con la formazione di onde chimiche di reazione-diffusione sulla superficie della soluzione, in una capsula di Petri. Frames da filmati di esperimenti realizzati in laboratorio da Federico Rossi - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche e del Biosistemi dell'Università di Siena.

1. Sequences of two oscillatory reactions (BZ reactions) with the formation of chemical waves of reaction-diffusion on the surface of the solution, in a Petri dish. Pictures from films of experiments carried out in the lab by Federico Rossi - Dept. of Chemical Sciences and Biosystems of the University of Siena.



Oscillanti

2. Serie di mappe di Milano Mobile Landscapes: le variazioni cromatiche corrispondono alle variazioni diacroniche di intensità registrate dalle antenne di telefonia mobile. Intervalli di quattro ore dal giorno alla notte.

2. A series of maps of Milan Mobile Landscapes: the chromatic variations correspond to the diachronic variations of intensity recorded by mobile phone antennas. Every four hours, day and night.

3. Milano Mobile Landscapes: attività delle antenne di telefonia mobile dalle 13 alle 19 del 25 aprile 2004.

Durante la manifestazione, circa 200.000 persone percorrono il tragitto da Porta Venezia, lungo Corso Venezia, Piazza San Babila e Corso Vittorio Emanuele, fino a piazza del Duomo.

3. Milan Mobile Landscapes: the activity of mobile phone antennas from 1 pm to 7 pm on April 25, 2004.

During this demonstration, approximately 200,000 people walked from Porta Venezia, along Corso Venezia, Piazza San Babila and Corso Vittorio Emanuele, to the Duomo.

nato *Mobile Landscapes*, avviato presso il SENSEable City Laboratory del MIT di Cambridge, USA, con il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Biosistemi (il gruppo degli *ecodinamici*) dell'Università di Siena e con la collaborazione di una compagnia di telecomunicazioni nazionale, sono state applicate nuove tecniche, sviluppate nell'ambito delle reti di telefonia mobile, per un'analisi spaziale delle dinamiche sociali nelle aree urbane. Queste tecniche si basano sui dati di localizzazione dei telefoni cellulari che vengono georeferenziati e rappresentati in una sequenza di mappe allo scopo di offrire una lettura immediata della densità di attività della telefonia mobile in un contesto urbano.

Un caso di studio è stato sviluppato sull'area metropolitana di Milano. Nello specifico, i dati di traffico telefonico sono stati rilevati nel campo di azione di ogni antenna (cella) che registra il numero di utenti connessi mentre effettuano una chiamata. Questa informazione infatti è registrata dagli operatori telefonici attraverso una procedura di routine per tutte le antenne installate sul territorio nazionale. A partire dall'informazione sulla posizione e sull'attività delle antenne della telefonia mobile è possibile rilevare le variazioni di intensità giornaliere (nelle 24 ore) e la loro evoluzione nel tempo (la posizione dell'antenna è fissa, il dato sull'intensità di traffico è dinamico). Sulla base delle statistiche di diffusione dei telefoni cellulari è poi possibile assumere verosimilmente che le intensità rilevate per il traffico telefonico in una data regione siano indicative della effettiva densità di presenze, salvo opportune approssimazioni.

Complessivamente, questa analisi è applicata ad un'area di 400 km² (20x20km) con 232 celle di riferimento. Il livello di accuratezza è intorno ai 400-800 metri.

Le diverse intensità di traffico telefonico, rilevate nel tempo e nello spazio, mostrano la vita della città sulla base di come le persone si muovono realmente e usano lo spazio e le infrastrutture. Differenti modalità d'uso dello spazio urbano sono così

monitorate e misurate nel tempo; le dinamiche della città sono rivelate in una successione di configurazioni; le diverse condizioni, quali fenomeni di congestioni e altre anomalie ed eventi particolari (una manifestazione in piazza o una partita di calcio allo stadio) sono indagate per comprendere l'organizzazione del sistema e la sua natura adattativa in maniera innovativa rispetto ad una descrizione convenzionale di uso del suolo. Una sequenza di mappe può rivelare l'andamento del sistema nelle 24 ore.

Le potenzialità d'impiego di questo strumento per la gestione, programmazione e soluzione di problemi pratici nei vari settori, sono numerose dal momento che questa tecnica permette di visualizzare comportamenti complessivi e riconoscere gli effetti di perturbazioni e altri fenomeni di fluttuazione. Per esempio, ipotizzando possibili perturbazioni, si possono verificare gli effetti sul sistema della mobilità dovuti alla chiusura di una strada per lavori in corso o si può osservare come l'apertura di un bar con una speciale miscela di caffè possa provocare una variazione significativa nella formazione dei *patterns* di attività urbana e infine riconfigurare l'assetto o le modalità d'uso dello spazio di un intero quartiere. Operazioni basate sulla predisposizione di incentivi per il controllo del traffico o iniziative per la promozione del tele-lavoro, così come interventi di pianificazione, come la predisposizione di una rete territoriale *wireless* o la costruzione di un centro commerciale in una periferia urbana o una nuova linea di trasporto pubblico, sono altri probabili esempi di perturbazioni osservabili attraverso questa metodologia d'analisi. In tempo reale, questi *paesaggi mobili* possono evidenziare singoli eventi come addensamenti di persone in occasione di manifestazioni pubbliche o partite di calcio e concerti o casi di drastiche riduzioni delle attività nelle grandi città nelle ore notturne o nei giorni più caldi di mezza estate. È opinione degli autori che le tecnologie *wireless* della comunicazione mobile stiano, di fatto, creando nuove dimensioni di interconnettività tra persone, luoghi e infrastrutture urbane. Lo scopo è quello di usare questa

the end, the aim is to study the evolutionary and adaptive nature of the system of social/environmental, man/city, living/non-living relationships.

A recent study called *Mobile Landscapes*, was carried out at the SENSEable City Laboratory of the MIT in Cambridge, USA, in collaboration with the department of Chemical Sciences and Technologies and Biosystems (the *group of the ecodynamics*) of the University of Siena and an Italian telecommunications company. While exploiting new techniques developed for mobile phone systems, the study carried out a spatial analysis of social dynamics in urban areas. These techniques were based on mobile phone location data that are georeferential and represented in a series of maps in order to provide instant information on the use of mobile phones in any particular city.

A case study was developed in the metropolitan area of Milan. Telephone traffic data was monitored for each antenna (cell); the latter recorded the number of users connected while they made a call. Using a routine procedure, this information is recorded by phone operators for all antennas in Italy. Based on the information received regarding the position and activity of mobile phone antennas, it is possible to monitor daily variations (in a 24 hour period) and how these variations change over time (the antenna is in a fixed position, the telephone traffic data is dynamic). Based on the statistics provided by mobile phone operators, we are in a position to presume that the telephone traffic in a certain region is indicative of the effective density of phones (except for approximations which should also be considered).

Overall, the analysis covered a 400 km area (20 x 20 km) with 232 references cells. Accuracy is approximately 400-800 meters.

Variations in telephone traffic, monitored in time and space, portray city life based on people's actual movements and how they use space and infrastructures. Different ways of using urban space can be monitored and measured over time. The city's dynamics are shown in a series of configurations. Different conditions, such as traffic jams and other special events or anomalies (a demonstration in the streets or a football match at the stadium), were studied to understand how the system is organised and how it ingeniously adapts compared to a conventional description of how the city is used. A series of maps can record 24 hour trends in the system.

There are many possible ways in which this tool can be used to manage, program and solve practical problems in different sectors because this technique illustrates overall behaviour and recognises any disturbances or other events that can cause the results to vary. For example, by envisaging possible disturbances, it's possible to see what effect the closure of a street for roadworks might have on mobility, or how the inauguration of a bar that offers a special coffee mixture can significantly affect the formation of *patterns* in the city. Finally, it can reconfigure the structure and use of space in an entire city district.

Other probable examples of disturbances that can be analysed using this method include: operations based on incentives to control traffic; initiatives to promote telework; town-planning projects; the creation of wireless networks; the construction of a shopping mall in a city suburb or a new bus route. In real time, these *mobile landscapes* can identify single events including the crowds of people during public events, football games or concerts, or a drastic reduction in activities in big cities at night or on hot days in the middle of summer. The authors believe that wireless technologies for mobile com-

RADUNO A PORTA VENEZIA



INIZIO DELLA MANIFESTAZIONE



ARRIVO IN PIAZZA DEL DUOMO



FINE DELLA MANIFESTAZIONE



Reazioni Oscillanti

connettività per mappare la città in tempo reale per arrivare ad una conoscenza più profonda di come funzionano le città moderne. Il progetto *Mobile Landscapes* offre l'opportunità per capire la mutevole complessità della città contemporanea. Si basa su *patterns* temporali piuttosto che spaziali e si riferisce per questo ad un nuovo paradigma per gli studi urbani.

★★★

Le mappe di densità mobili rientrano in un progetto sperimentale che permette di verificare come le tecniche *location-based* abbiano potenzialità notevoli per migliorare la gestione dei servizi e degli spazi urbani seppure abbiano aperto un delicato dibattito in tema di *privacy*. È importante sottolineare che questo progetto tratta solo dati in forma aggregata ed anonima e non è mai stata cercata, in alcun modo, una connessione con i singoli individui. Il suo scopo, lungi dal voler spiare il comportamento degli utenti o incoraggiare politiche di controllo della vita umana, è quello di apprezzare come i servizi *location-based* possano fornire utili informazioni alla comunità. Nessun *big brother* si nasconde dietro le intenzioni di questa ricerca ed il rischio di una probabile tendenza verso linee di pensiero malsane è cautevolmente tenuto in gran conto dagli autori.

★★★

L'oggetto dell'indagine è piuttosto la vita dei *sistemi umani* e di conseguenza la scala d'osservazione di questi *paesaggi mobili* è quella di vaste aree urbane e l'attenzione è rivolta all'evoluzione del sistema sociale complessivo con proprietà collettive emergenti. Il comportamento dell'intero sistema è studiato come un tutto nel quale avvengono molte interazioni tra i singoli e la configurazione delle attività rivela paesaggi non omogenei, in movimento e mutevoli rispetto ad una vasta gamma di perturbazioni localizzate. In proposito, offre spunti di riflessione la teoria eraclitea dello scorrere del tempo così espressa da Erich Jantsch: "La vita umana è movimento; non per se stesso ma in un mondo dinamico, entro movimenti di ordine maggiore. Questi movimenti di ordine maggiore costituiscono la vita dei sistemi umani". □

4. Milano Mobile Landscapes: attività delle antenne di telefonia mobile dalle 8 alle 20 del 2 maggio 2004. Ore 15:00, partita Milan vs. Roma allo stadio di San Siro. Ore 16:45, il Milan si aggiudica ufficialmente lo scudetto. Ore 18:00, la festa si sposta in Piazza del Duomo e dintorni.

4. Milan Mobile Landscapes: activity of the mobile phone antennas from 8 am to 8 pm on May 2, 2004. At 3 pm the football game between Milan and Rome began at the San Siro stadium. At 4.45 pm, Milan officially won the championship. At 6 pm, the celebrations moved to Piazza del Duomo and neighbouring streets.

munications is creating new interconnectedness between people, places and urban infrastructures. The aim is to use this information to map the city in real time and improve our understanding of how modern cities work. The *Mobile Landscapes* projects is an opportunity to understand the shifting complexity of modern cities. It is based on temporal rather than spatial *patterns* and for this reason refers to a new paradigm for urban studies.

★★★

Mobile density maps are part of an experimental project that allows us to check how *location-based* techniques have an incredible potential to improve the management of services and urban spaces, although this will spark a thorny debate on the issue of *privacy*. It is important to emphasise that this project only uses aggregate, anonymous data and there have never been any links with specific individuals. The objective of the study is not to spy on users or promote control over human beings; its aim is to appreciate how *location-based* services can provide the community with valuable information. No *big brother* is lurking behind the project and the risk of a possible trend towards sick thoughts is always in the forefront of the authors' mind.

★★★

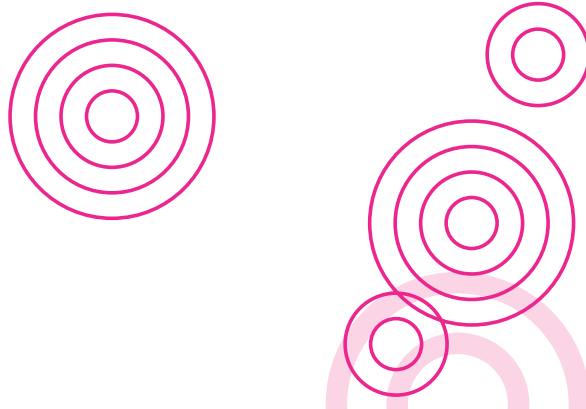
The scope of the project is to study *human systems*, so these *mobile landscapes* focus on big urban areas. The authors concentrate on the changes in a common social system with emerging collective traits. How the entire system behaves is studied as a "whole" in which many interactions occur between individuals and where the configuration of activities reveals non-homogeneous landscapes that evolve and change due to a series of local disturbances. On this issue, the Heraclitean theory of the passing of time as expressed by Erich Jantsch provides food for thought: "Human life is movement, not in itself but in a dynamic world, in the framework of a greater order of movements. This greater order of movements is behind the existence of human systems." □

Testi di approfondimento.

- Augé M., *Non Luoghi*, Ed. Èlèuthera, 1993.
- Corboz A., *L'ipercittà*, in *Urbanistica*, 102, 1994.
- Gallino L., *Le trasformazioni nei modi di produrre e lavorare*, in *Urbanistica*, 104, 1995.
- Isaaks E.H., Srivastava R.M., *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York Oxford, 1989.
- Jantsch E., *Design for Evolution: Self-organization and Planning in the Life of Human Systems*, George Braziller, New York, 1975.
- Koolhaas R., Boeri S., Kwinter S., Tazi N. e Obrist H.U., *Mutations*, Actar, Art en Reve Centre d'Architecture, Bordeaux, 2000.
- Prigogine I. e Stengers I., *La Nuova Alleanza*, Einaudi, Torino, 1981; *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, Paris, 1979.
- Ratti C., Pulselli R.M., Williams S. e Frenchman D., *Mobile Landscapes: using location data from cell phones for urban analysis*, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33(5), pp. 727-748, 2006.
- Robinson A., Morrison J., Kimerling A., Guptill S., *Elements of Cartography*, John Wiley & Sons, 1995.
- Secchi B., *Prima lezione di urbanistica*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2000.
- Tiezzi E., *Passi verso una Fisica Evolutiva*, Donzelli, Milano, 2006; *Steps towards an Evolutionary Physics*, WIT Press, Southampton, (UK), 2006.
- Ulanowicz R.E., *Growth and Development: Ecosystems Phenomenology*, Springer-Verlag, New York, 1986.
- Zolo D., *Globalizzazione*, Laterza, Roma-Bari, 2006.

Testi di approfondimento.

- Augé M., *Non Luoghi*, Ed. Èlèuthera, 1993.
- Corboz A., *L'ipercittà*, in *Urbanistica*, 102, 1994.
- Gallino L., *Le trasformazioni nei modi di produrre e lavorare*, in *Urbanistica*, 104, 1995.
- Isaaks E.H., Srivastava R.M., *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York Oxford, 1989.
- Jantsch E., *Design for Evolution: Self-organization and Planning in the Life of Human Systems*, George Braziller, New York, 1975.
- Koolhaas R., Boeri S., Kwinter S., Tazi N. e Obrist H.U., *Mutations*, Actar, Art en Reve Centre d'Architecture, Bordeaux, 2000.
- Prigogine I. e Stengers I., *La Nuova Alleanza*, Einaudi, Torino, 1981; *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, Paris, 1979.
- Ratti C., Pulselli R.M., Williams S. e Frenchman D., *Mobile Landscapes: using location data from cell phones for urban analysis*, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33(5), pp. 727-748, 2006.
- Robinson A., Morrison J., Kimerling A., Guptill S., *Elements of Cartography*, John Wiley & Sons, 1995.
- Secchi B., *Prima lezione di urbanistica*, Ed. Laterza, Roma-Bari, 2000.
- Tiezzi E., *Passi verso una Fisica Evolutiva*, Donzelli, Milano, 2006; *Steps towards an Evolutionary Physics*, WIT Press, Southampton, (UK), 2006.
- Ulanowicz R.E., *Growth and Development: Ecosystems Phenomenology*, Springer-Verlag, New York, 1986.
- Zolo D., *Globalizzazione*, Laterza, Roma-Bari, 2006.



MATTINA: PRIME ATTIVITÀ ALLO STADIO SAN SIRO - MORNING: FIRST ACTIVITIES AT THE STADIUM SAN SIRO



PRE-PARTITA: ATTESA E INGRESSO ALLO STADIO - BEFORE THE MATCH: WAIT AND ENTRY TO THE STADIUM



LA PARTITA: INIZIO E FINE - IL MILAN VINCE LO SCUDETTO - THE MATCH: TO THE END - MILAN WINS CHAMPIONSHIP



DOPO PARTITA: LA FESTA IN PIAZZA DEL DUOMO - AFTER THE MATCH: CELEBRATIONS IN PIAZZA DEL DUOMO

