UN MODELLO ABM (AGENT-BASED MODEL) PER LA VALUTAZIONE DI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA A SCALA URBANA: APPLICAZIONE AL QUARTIERE DI SAN SALVARIO A TORINO

Marialisa Pellegrini

POLITECNICO DI TORINO

Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città

A.A. 2017/2018

Tesi di Laurea Magistrale

Un modello ABM (Agent-Based Model) per la valutazione di interventi di riqualificazione energetica a scala urbana: applicazione al quartiere di San Salvario a Torino

Relatrice:

Prof.ssa Marta Carla Bottero

Candidato:

Marialisa Pellegrini (mat. 239883)

RINGRAZIAMENTI

In primo luogo, vorrei esprimere la mia sincera e profonda gratitudine alla mia relatrice, la Prof.ssa Marta Carla Bottero per il continuo supporto e tutoraggio. La sua guida mi ha aiutato in tutto questo tempo di ricerca e scrittura della tesi. Oltre alla mia relatrice, vorrei rivolgermi alla dottoranda, con cui ho condiviso l'entusiasmo per questo progetto, Caterina, che devo ringraziare per il suo immenso aiuto nello sviluppo della tesi, i commenti perspicaci e l'incoraggiamento. Un ringraziamento speciale va anche al Prof. Pietro Terna, un professionista del campo, che con la sua gentilezza, disponibilità e gli importantissimi consigli ha contribuito al progetto. Infine, ringrazio tutti i ricercatori del progetto Valium - Valutazioni Integrate per l'Urban Management del Dipartimento DIST.

Ringrazio i miei compagni di università e amici, la mia coinquilina e Maria con cui ho condiviso i momenti migliori negli anni e vorrei anche ringraziare tutte le persone che hanno lasciato un segno indelebile sulla mia anima.

Ultimi ma non meno importanti, vorrei ringraziare i miei genitori, i miei fratelli, le mie cognate, le mie nonne, tutta la mia famiglia e Umberto, che hanno sempre creduto in me. La mia più profonda gratitudine va soprattutto a loro per avermi fornito supporto infallibile e continuo incoraggiamento durante i miei anni di studio, con amore, cura e attenzione verso di me. Grazie alla mia nipotina Ginevra, che è arrivata alla fine per rendere ancora più prezioso questo momento.

Infine, ringrazio tutti coloro che sono oggi presenti, perché in qualche modo hanno vissuto e condiviso con me questa grandissima avventura.

Questo risultato non sarebbe stato possibile senza tutti voi. Grazie di cuore.

Marialisa Pellegrini

ABSTRACT

La progettazione dei trasporti, la diffusione di sistemi energetici e tecnologici nelle città del futuro sono la chiave per uno sviluppo sostenibile. L'ottimizzazione dei collegamenti, l'uso crescente di fonti di energia rinnovabile, l'efficientamento degli edifici anche storici, pur nel rispetto della loro identità del passato, richiedono metodologie per supportare il processo decisionale nella pianificazione architettonica a lungo termine. Per raggiungere l'obiettivo, queste tecnologie devono essere integrate, interconnesse tra loro, soprattutto in un ambito urbano, e tenere conto della preesistenza accuratamente studiata e compresa.

Partendo da una rassegna iniziale dei casi di rigenerazione urbana e distrettuale nel Mondo, in Europa e in Italia, alcuni con esisti positivi, altri negativi, alcuni già terminati, altri in fase di realizzazione, sono state poste le basi per lo studio del caso assegnato, il quartiere San Salvario di Torino.

Questo studio mira a sviluppare degli interventi basati su *Agent-Based Model* (ABM) per simulare un complesso sistema socio-tecno-economico-ambientale-architettonico adattativo nell'adozione della tecnologia energetica e non. Il modello crea un ambiente con uno spazio, anche attraverso l'integrazione con il GIS (*Geographic Information System*), che rappresenta il quartiere torinese in cui si trovano le famiglie di agenti. Gli agenti sono progettati per decidere se adottare sistemi vari, seguendo le teorie del comportamento umano nel prendere decisioni, influenzati dalle interazioni con i vicini e dalla fattibilità tecnico-economica. I modelli prevedono la diffusione di sistemi fotovoltaici e la propensione all'adottamento di tecnologie di retrofit, attraverso l'individuazione di quelli che sono i parametri socio-economici che modificano il probabile trend di diffusione emergente dell'intero sistema. ABM, pur con alcuni limiti, consente di rappresentare un sistema, anche molto complesso, in modo flessibile e dettagliato, descrivendo il processo decisionale degli agenti e degli ambienti fisici ed economici che li circondano. Gli agenti sono progettati per raggiungere un obiettivo e fanno azioni individualmente, considerando i loro stati e le loro regole decisionali, interagendo con i loro vicini, con le risorse e con l'ambiente. Ciò che è anche rilevante sono le opinioni dei consumatori e come queste cambiano nel tempo a causa di influenze di vario tipo.

Questo primo approccio all'ABM ha l'obiettivo di apprendere le teorie e metodologie per sviluppare un modello e applicarlo a un caso studio su scala urbana. Sebbene si tratti di una formulazione a scopo dimostrativo, un modello futuro convalidato potrebbe essere utilizzato per la progettazione e la valutazione delle politiche urbane, sapendo come il modello di diffusione spaziale e temporale cambia in base a parametri come incentivi economici, pubblicizzazione delle tecnologie sui loro benefici e costi e molto altro ancora.

SOMMARIO

INTRODUZIONE 15

PARTE 1: Verso un ecodistretto

1.1 Smart Urbanism e Smart City 21
1.2 Ecodistricts: caratteristiche e casi studio 33
1.2.1 Casi studio nel Mondo 47
1.2.2 Casi studio in Europa 54
1.2.3 Casi studio in Italia 69
1.3 Politiche urbane in Italia e a Torino per quartieri in crisi 80

PARTE 2: Il quartiere San Salvario

2.1 Inquadramento territoriale e politico 87
2.2 Territorio e sistema socio-demografico 90
2.3 Evoluzione storica 94
2.4 Tessuto costruito e spazio pubblico 100
2.5 Mobilità 111
2.6 Multiculturalità 117
2.7 Servizi 124
2.7.1 Attività commerciali e di ristorazione 124
2.7.2 Verde 125
2.7.3 Cultura e arte 126
2.7.4 Istruzione 127
2.7.5 Sport 128
2.8 Movida e vita notturna 131
2.9 Associazionismo 133
2.10 Fattori di crisi 135
2.11 Criteri di intervento per la riqualificazione dell'habitat 138

PARTE 3: Definizione degli scenari e tecniche di simulazione

3.1 Tecniche di modellizzazione 145
3.2 Le origini dei modelli spaziali 148
3.3 Stili dei modelli spaziali 151
3.3.1 Cellular automata (CA) 151
3.3.2 Spatial Econometric Models (SEM) 152
3.3.3 Land Use Transportation Interaction Models (LUTI) 152
3.3.4 Systems Dynamics Models (SDM) 153
3.3.5 Microsimulation Models (MM) 153
3.3.6 Multi Agent System (MAS) 154
3.3.7 Complex Adaptive System (CAS) 154
3.3.8 Agent-Based Model (ABM) 155

3.3.9 Confronto 155
3.4 Agent-Based Model (ABM) 158
3.4.1 Caratteristiche principali 159
3.4.2 Struttura 160
3.4.3 L'ambiente 164
3.4.4 Gli agenti 166
3.4.5 Definizione degli scenari 171
3.4.6 Metodologia 171
3.4.7 ABM in architettura e urbanistica 173
3.4.8 Vantaggi e limitazioni 177
3.4.9 Software e kit di strumenti 180

PARTE 4: Applicazione teorica del modello ABM

4.1 ABM applicato a San Salvario 185
4.2 Obiettivo 187
4.3 Stakeholders Analysis 188
4.4 Ambiente, agenti, risorse e obiettivi 192
4.5 Inizializzazione del modello 196
4.6 Definizione degli scenari 199
4.6.1 Sistema sociale 199
4.6.1.1 Applicazioni teoriche ABM: mobilità e accessibilità 201
4.6.2 Sistema economico 208
4.6.2.1 Applicazioni teoriche ABM: compensazioni occupazionali...210
4.6.3 Sistema ambientale 213
4.6.3.1 Applicazioni teoriche ABM: verde e fonti rinnovabili 217

PARTE 5: Applicazione a San Salvario con software NetLogo

5.1 Software: NetLogo 237
5.2 Simulazione: diffusione temporale dei sistemi fotovoltaici 240
5.3 Simulazione: diffusione temporale delle tecnologie di retrofit 255

CONCLUSIONE 263

BIBLIOGRAFIA 267

SITOGRAFIA 280

INTRODUZIONE

La tesi nasce con la finalità di indagare su una porzione della città di Torino, oggetto di un processo di rigenerazione distrettuale, tema molto attuale. L'area in questione è il quartiere San Salvario, ma l'intervento vuole configurarsi come progetto pilota per sviluppi futuri in altre porzioni di territorio. Il quadro che la ricerca ha configurato è quello di un quartiere con alcuni punti deboli e criticità, ma anche con grandi potenzialità e ricchezze architettoniche e ambientali. L'obiettivo è quello di trasformare l'area in un ecodistretto, partendo dallo studio di casi in Europa e in altri continenti e da una dettagliata analisi dello stato di fatto. L'intervento prevede la rigenerazione dell'area sotto molteplici aspetti (sociali, energetici, architettonici) con la finalità di contrastare l'immagine negativa che spesso è stata data del quartiere, combattere quei processi di degrado della qualità della vita e diventare un'occasione per sperimentare politiche che potranno essere estese.

Per raggiungere l'obiettivo il primo passo è stato quello di individuare, attraverso le innovazioni delle politiche urbane, gli aspetti positivi e le criticità degli interventi messi in atto dalle istituzioni, al fine di indirizzare quelli futuri. La metodologia seguita per l'analisi del caso studio si basa su una documentazione il più possibile completa, con analisi, rilevamenti e mappe degli interventi sul territorio. Si tenta di definire quali siano le azioni, nell'ambito delle politiche urbane, che devono essere intraprese per rigenerare un quartiere in crisi, per contrastare e ridurre il degrado. L'intento di queste politiche deve essere quello di avviare trasformazioni senza stravolgere l'identità del territorio interessato, contenendo il più possibile i processi di gentrificazione, il tutto nell'ottica di incrementare lo sviluppo e la coesione sociale. Innanzitutto, viene quindi costruito un quadro complessivo di casi studio di rigenerazione a livello internazionale e in Italia. Le linee guida europee sono state determinanti per cogliere i principi guida da tradurre sul territorio torinese. Con queste premesse, si passa quindi ad analizzare gli interventi messi a punto da varie città in cui la riqualificazione fisica e sociale si è perseguita attraverso diversi ambiti con approcci integrati e multisettoriali, spesso con la partecipazione attiva degli abitanti e degli attori istituzionali, sociali ed economici, in una ricomposizione degli interessi di tutti verso uno scenario di cambiamento condiviso. Per meglio comprendere i cambiamenti si è optato per l'utilizzo di software di

simulazioni proiettate nel futuro in modo da approfondire, tramite dati oggettivi e soggettivi, l'ambito in cui indirizzare gli interventi e coglierne i punti di forza e le criticità. I modelli consentono di verificare l'approccio adottato per gli interventi sul quartiere. L'intento è quello di mantenere e rafforzare la vocazione tipica di San Salvario, tendendo a favorire la coesione sociale e l'inclusione delle fasce sociali emarginate, quindi le trasformazioni richiedono una ridefinizione identitaria del quartiere, una sorta di "rinascita", che conservi con forza i suoi caratteri originari. Le proposte di intervento tentano di formulare qualunque miglioramento della condizione di vita che tenga conto di bisogni e interessi dei vari gruppi sociali, che formano la comunità nella sua eterogeneità, dei gruppi economici e di tutte le persone esterne che usufruiscono dei servizi dell'area, nonchè di criteri ambientali.

Oggigiorno, c'è una crescente preoccupazione per lo sviluppo sostenibile di un contesto urbano. Molte città hanno iniziato a definire strategie e piani futuri per ridurre il consumo di energia e le emissioni di gas serra, in quanto le più alte percentuali appartengono effettivamente all'edilizia. Un ulteriore elemento di preoccupazione è legato all'età degli edifici esistenti, poiché la maggior parte di essi risale agli anni '70-'80, con conseguente necessità di strategie di retrofitting al fine di realizzare obiettivi di risparmio energetico di successo. Politiche e sviluppo di scenari richiedono un tipo di approccio territoriale e l'analisi di un grande stock di edifici e del loro rendimento. Lo sviluppo di scenari è lungo e delicato e richiede un numero molto elevato di dati e informazioni, in quanto e città sono organismi viventi dinamici in continua evoluzione. In questo approccio, i sistemi di informazione geografica (GIS) rivestono un ruolo chiave, in quanto sono in grado di supportare valutazioni e processi decisionali potendo integrare diversi database, producendo mappe tematiche ed eseguendo operazioni spaziali. Gli scenari implicano la considerazione di una vasta gamma di criteri spesso anche contrastanti, sia socioeconomici che ambientali. Inoltre, i responsabili delle decisioni richiedono strumenti adeguati in grado di assisterli e di una prospettiva a lungo termine per definire e analizzare le aree urbane supportando il confronto di diverse soluzioni, basate su una combinazione di più fattori. Il problema principale, in relazione agli scenari di riqualificazione urbana, è la mancanza spesso di un'adeguata conoscenza e di criteri di valutazione efficaci, fondamentali per fornire e valutare gli scenari urbani. Obiettivo della tesi è anche quello di analizzare e testare diversi metodi per la definizione e la classificazione dei criteri di valutazione.

Al fine di gestire correttamente i processi decisionali relativi alla definizione degli scenari urbani, un'analisi *Agent-Based* (ABM) è stata applicata per considerare gli *stakeholders*, il loro punto di vista e i molteplici aspetti del problema in esame.

Le fasi metodologiche coinvolte nella tesi sono:

- raccolta e integrazione dei dati
- criteri di definizione e classifica
- sviluppo e valutazione di scenari.

Nel progetto di tesi, ABM e GIS sono stati riconosciuti come strumenti per definire e analizzare alcuni degli scenari di riqualificazione urbana poiché sono in grado di combinare più fattori e criteri direttamente nell'ambiente reale. Il GIS può essere considerato come un sistema informatico interattivo per assistere l'utente o gli utenti, in quanto è in grado di visualizzare visivamente e sostenere le parti interessate, fornire un ambiente interattivo per l'esecuzione di attività efficaci, consentendo uno scambio in tempo reale di informazioni sempre aggiornate. Nell'ambito di ricerca, coesistono dunque due strumenti interconnessi: il GIS, il cui principale ruolo è di supporto nella gestione e visualizzazione di mappe; e l'ABM, che fornisce una gamma completa di metodi per strutturare i problemi decisionali e per progettare, valutare e dare la priorità a decisioni alternative.

PARTE 1

VERSO UN ECODISTRETTO

1.1 SMART URBANISM E SMART CITY

La rigenerazione urbana è sempre più una "questione universale" e un fattore cruciale nelle nuove tendenze di pianificazione, essa è diventata parte integrante delle nuove politiche urbane e abitative e coinvolge decisioni complesse come conseguenza delle molteplici dimensioni dei problemi, tra cui quelli di sicurezza o più in generale quelli socio-economici, ambientali e politici. Alla fine degli anni '60, un'involuzione demografica con continua perdita di popolazione si è verificata nella maggior parte dei paesi sviluppati, contemporaneamente allo sviluppo delle periferie e al decadimento del centro urbano con importanti impatti socio-economici e ambientali, richiedendo così nuovi programmi e interventi (Natividade-Jesus, Tralhao, 2013). Esempi di queste nuove politiche possono essere trovati in vari Paesi europei. Tuttavia, molti di questi progetti si sono concentrati più sugli aspetti fisici di edifici e infrastrutture, trascurando altri aspetti altrettanto importanti: come risultato, ingiustizie sociali e conflitti sono emersi. Secondo Roberts e Sykes (2000), fasi distinte di sviluppo della politica possono essere identificate: dall'ammodernamento delle abitazioni (anni '70), alla rigenerazione del quartiere (anni '80), alla rigenerazione comunitaria (anni '90), gli studiosi riconoscono dunque un cambiamento in relazione alla rigenerazione abitativa. Negli anni '90 si inizia ad interrogarsi sul consumo di energia e sul riscaldamento globale, come principali fattori ambientali e preoccupazioni economiche in tutto il mondo. Il protocollo di Kyoto e la direttiva UE sul rendimento energetico degli edifici (2002/91/CE, riformulato poi come direttiva UE 2010/31/UE del 19 maggio 2010) indicano la ristrutturazione di vecchi edifici e delle aree urbane centrali come un fattore molto importante per un uso più efficiente di energia (Ding, 2008). Gli studi mostrano che per un futuro di energia sostenibile, l'azione nel settore edile svolge un ruolo chiave. D'altra parte però, i progetti di rigenerazione urbana sono complessi e costosi, in quanto non riguardano solamente la ristrutturazione degli edifici, ma anche la progettazione e costruzione di intere infrastrutture urbane (ad esempio strade, condutture di acqua e fognature, sistemi di trasporto pubblico). La rigenerazione urbana è una realtà e un problema del tutto attuale ed è di fondamentale importanza per la gestione delle città, la protezione ambientale e il generale miglioramento delle condizioni di vita. Non è più quindi solo un'area di studio e ricerca, ma fa parte della nuova politica urbana

(Andersen, Van Kempem, 2003). Secondo Andersen e Van Kempem (2003), affinché questa nuova politica possa rivelarsi efficace, essa deve essere collegata alla responsabilizzazione degli abitanti delle città e dei quartieri specifici e ad un passaggio dalle politiche universalistiche a quelle mirate nel tentativo di integrare i campi delle politiche da vari dipartimenti in un'organizzazione di progetto unitaria. Questi problemi implicano però intrinsecamente molteplici aspetti conflittuali e aspetti incommensurabili della valutazione a seconda del contesto di studio, rendendo dunque impossibile la definizione di una strategia applicabile ovunque.

A partire dal consolidamento del concetto di rigenerazione, entrano a far parte del linguaggio contemporaneo termini come *Smart Urbanism*, *Smart City*, città sostenibile, ecoquartiere, che stanno ad indicare un'organizzazione ed uno sviluppo dell'intera città o di una porzione di essa che coinvolge esperti, specialisti economici, amministrazioni e la comunità stessa. I cambiamenti climatici, l'inquinamento e molti altri fattori hanno fatto emergere l'urgenza di incrementare un tipo di sviluppo sostenibile, che può avvenire solamente coinvolgendo lo stile di vita degli abitanti e sensibilizzando gli stessi su questi temi. Numerosi sono gli approcci per definire le linee guida di questo processo verso la sostenibilità, linee guida che richiedono un adattamento specifico a seconda del caso. La gestione dell'ambiente, sia naturale che costruito, basata su un approccio olistico alla pianificazione urbana rigenerativa e resiliente, spazia da iniziative di pianificazione di nuove città intelligenti alla scala distrettuale, con *ecodistricts*, a iniziative a livello di edifici ad alte prestazioni e a basso impatto. Un quartiere progettato per essere rigenerativo e resiliente rappresenta una vittoria per tutti: per l'ambiente urbano e per i cittadini, un catalizzatore per la salute e la felicità degli abitanti, un ostacolo per i cambiamenti climatici e un vantaggio sul lungo periodo sui costi operativi e immobiliari (Luque-Ayala, Marvin, 2015). Promosso da organizzazioni internazionali, settori delle imprese e governi nazionali e locali allo stesso modo, la visione dominante è quella di un ingranaggio dell'infrastruttura interattiva, uno sviluppo urbano ad alta tecnologia, un'economia digitale. La tecnologia digitale rappresenta dunque il principale motore del cambiamento, un mezzo flessibile e reattivo per affrontare le sfide della crescita e del rinnovamento urbano, rispondendo ai cambiamenti climatici e costruendo una società socialmente inclusiva (Commissione Europea, 2012). Questo approccio richiama l'attenzione di esperti provenienti non solo dall'Europa, ma anche dall'Africa, dall'Australia e dagli Stati Uniti. Si tratta di un approccio che sfida i partecipanti a esplorare le implicazioni della diffusione di tecnologie intelligenti nella città, la loro possibile frammentazione o integrazione con la natura, il loro reale potenziale.

Lo *Smart Urbanism* (SU) è dunque emerso dall'incrocio delle visioni per il futuro della città, delle nuove tecnologie e delle infrastrutture. Nei discorsi di SU, molto più di altri, sono profondamente radicate le tecnologie digitali, poste come il driver primario per il cambiamento.

La ricerca in questo campo presenta tuttavia dei limiti importanti, dettati dalla mancanza di un'intuizione teorica e di prove empiriche necessarie per valutare le implicazioni di questo fenomeno: emerge dunque il bisogno di comprendere le conseguenze del fenomeno rispetto ai diversi contesti urbani. Lo scopo di questa sezione iniziale è decomprimere le diverse logiche e le motivazioni alla base dei discorsi e delle proposte di SU e comprendere i modi in cui sono costruiti attualmente gli immaginari del futuro urbano, nonché le implicazioni socio-tecniche e politiche. Partendo da una panoramica della letteratura inerente, si procede con una revisione delle principali sfide per sviluppare un programma di ricerca critico.

Smart Urbanism è un termine che ha preso piede sempre di più anche nel mondo accademico, andando ad indicare e descrivere quelle città che, da un lato, sono sempre più grandi e necessitano di un monitoraggio continuo e, dall'altro, quelle la cui *governance* è guidata dall'innovazione e dalla creatività. Queste teorie si basano sul principio per cui l'analisi in tempo reale della vita di città fornisce la materia prima per immaginare e attuare sistemi e tecnologie più efficienti, sostenibili, trasformandole in città competitive, produttive, aperte e trasparenti (Kitchin, 2013).

In primo luogo, due aspetti importanti vengono di seguito considerati: come i termini *Smart Urbanism* e *Smart City* sono stati resi popolari e come sono nate le varie iniziative, come tentativi da parte di una società privata di definire un modello intelligente di gestione urbana. La letteratura fiorente sulle città intelligenti può essere divisa in due categorie principali: nella prima gli studi sono incentrati sulla tecnologia che si occupa dell'efficienza energetica e delle emissioni di carbonio perlopiù, la seconda invece si avvicina alle città intelligenti come oggetto di analisi e tentativo di definire le *Smart City* come un insieme di tecnologie di comunicazione avanzate (ICT) volte ad aumentare la competitività, l'efficienza amministrativa e l'inclusione sociale. Fino a poco tempo fa, la letteratura esistente mancava di un impegno critico, dal 2011 invece una serie di contributi ha esaminato più criticamente il fenomeno da diversi punti di vista: politico, economico, scientifico, tecnologico e ideologico. Questa critica può essere riassunta brevemente come segue. Da Hollands il modello della città intelligente è interpretato come un *high-tech* contemporaneo, che minimizza alcuni degli effetti negativi che lo sviluppo di nuove tecnologie sta avendo sulle città "*come la crescente polarizzazione sociale*" (Hollands, 2013). Kitchin nel 2014 rilancia questioni di *governance* tecnocratica, corporatizzazione di *governance* della città o vulnerabilità e sorveglianza, mentre Wyly nel 2013 combina studi tecnologici e politici con studi di economia per sostenere che le città intelligenti devono essere interpretate nel contesto del passaggio potenziato dal decollo della generazione automatica dei dati, in particolare attraverso i *social network*. Vanolo nel 2014 sposta l'attenzione dai dati ai cittadini e discute su come il modello di città intelligente possa essere un potente strumento disciplinare per modellare "*cittadini intelligenti*" (Vanolo, 2014).

Per Bell (2011) è una visione delle città che inquadra tutte le questioni urbane come essenzialmente problemi di ingegneria da analizzare e risolvere usando un metodo empirico, preferibilmente quantitativo, dando importanza ai fenomeni urbani che possono essere misurati. Greenfield (2013) definisce il discorso come un ritorno all'alto modernismo del 1880-1960. Di fatto, questi recenti contributi hanno iniziato a fornire risposte. Hollands (2008) e Vanolo (2014) hanno dimostrato che l'idea della città intelligente è relativa a una doppia origine nella letteratura di pianificazione: il concetto di *Smart Growth* come teorizzato dal movimento *New Urbanism* negli USA degli anni '80 e il concetto di base tecnologica. Il termine "intelligente" riferito a città è apparso per la prima volta a metà degli anni '90. In quel periodo le città venivano etichettate come "intelligenti" quando veniva introdotta un'infrastruttura ICT funzionante al fine di favorire la crescita economica. Gli anni '90 possono quindi essere considerati pionieri per gli sviluppi più recenti del concetto. Dopo il 2008 c'è un secondo momento importante caratterizzato dall'intervento di privati e aziende. La campagna delle città intelligenti è stata progettata per fornire servizi con visibilità globale, attraverso un uso abbondante di video testimonianze, diagrammi pedagogici e casi studio da tutto il mondo. Le questioni critiche sono due: la prima è che questo discorso promuove una concezione informatizzata e tecnocratica di gestione urbana in cui dati e software sembrano essere sufficienti e dove, di conseguenza, conoscenza, interpretazione e tematiche specifiche appaiono superflui; la seconda è che tale discorso promuove una mentalità dove gli affari urbani sono inquadrati come una questione apolitica, le cause di problemi urbani sono associate a tendenze demografiche, cambiamenti climatici e budget comunali limitati. L'apparente neutralità politica nella storia delle *Smart City* è rafforzata dalla produzione di criteri e classifiche di valutazione dove le città sono classificate in base al loro grado di intelligenza e ai programmi di finanziamento, che introducono una nuova "*economia di valore*" (Boltanski, The'venot, 2006). Tali classifiche possono naturalmente portare a sviluppi tecnologici necessari, ma potrebbero anche offuscare altre più urgenti esigenze. Per Hollands (2013), "*la vera città intelligente deve iniziare a pensare con il suo sociale collettivo e cervello politico, piuttosto che attraverso i suoi "strumenti tecnologici""*, la tecnologia cioè deve essere utilizzata per potenziare le reti di comunità, per monitorare uguale accesso alle infrastrutture urbane e favorire nuove forme di vita sostenibile. La narrazione nella pianificazione non è solo un possibile modello di pianificazione e dovrebbe non solo essere usato come strumento di critica ma anche come uno strumento per suggerire opzioni per lo sviluppo urbano (Sandercock, 2003). Questo non è un compito facile perché richiede la generalizzazione di iniziative che rispondono alle esigenze regionali e sono quindi di solito di portata locale, richiede anche di essere espliciti su normative e politiche per la creazione di un sistema caratterizzato da specifici valori e obiettivi.

È quindi bene specificare cosa si intende quando si parla di "intelligenza", concetto che ha di

fatto ridisegnato i dibattiti sulle città contemporanee, attraverso una nuova serie di programmi e pratiche. L'importanza attribuita alle "città intelligenti" è visibile prima di tutto nel Piano strategico dell'UE per le tecnologie energetiche (Commissione europea, non datato), nel prolifico sviluppo di "Iniziative *Smart City*" in Asia, Australia, Stati Uniti e altrove e nell'emergere di team che si dedicano a sviluppare nuove opportunità in questo campo. SU ricerca soluzioni futuristiche da portare al presente per affrontare e risolvere un'ampia varietà di "*malattie urbane*" (Luque-Ayala, Marvin, 2015), comprese le questioni relative al trasporto, la limitazione delle risorse, i cambiamenti climatici e persino la necessità di uguaglianza sociale.
I nuovi *driver* e programmi hanno creato un nuovo lessico attraverso i cosiddetti "*big data*", infrastrutture intelligenti, sensori di città, contatori e reti intelligenti. Il passaggio dalle logiche convenzionali a quelle intelligenti è accompagnato da aspettative di flessibilità, reattività della domanda, crescita del verde, dei servizi e connessione della comunità, aspettative che, a loro volta, guidano investimenti e rimodellano la politica. Negli ultimi due decenni, specialisti e teorici urbani hanno tracciato l'evoluzione delle città durante un'era in cui le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) hanno esercitato una crescente e pervasiva influenza sulla natura, sulla struttura e sull'attuazione di infrastrutture urbane, nonché sulla gestione delle attività economiche e sulla vita di tutti i giorni. Le città che hanno abbracciato le ICT come strategia di sviluppo, in quanto pionieri nell'integrazione di sistemi digitali nella loro città, sono stati etichettate come "*città cablate*" (Dutton et al., 1987), "*città cibernetiche*" (Graham, Marvin, 1999), "*città digitali*" (Ishida, Isbister, 2000), "*città intelligenti*" (Komninos, 2002), "*Smart Cities*" (Hollands, 2008) o "*città senzienti*" (Shepard, 2011). Ognuno di questi termini è usato in un modo più o meno particolare per concettualizzare la relazione tra ICT e urbanistica contemporanea, condividendo però le teorie sugli effetti sulla forma urbana, sui processi e sui modi di vivere. Oggi il concetto di "città intelligenti" è stato variamente definito e discusso all'interno della letteratura, soprattutto per la comprensione di cosa rende effettivamente una città "intelligente". Da un lato, la nozione si riferisce alla crescente misura di luoghi urbani composti di informatica pervasiva e onnipresente sotto forma di dispositivi digitali (ad esempio rete wireless, reti di telecomunicazione, servizi di utilità pubblica controllata digitalmente e infrastrutture di trasporto, reti di sensori e telecamere, costruzione di sistemi di gestione, ecc.), utilizzati per monitorare, gestire e regolare i flussi delle città in tempo reale, ma anche di *mobile computing* (smartphone) utilizzati dai cittadini (Greenfield, 2006). L'analisi delle informazioni prodotte da queste varie forme di strumenti fornisce una maggiore comprensione della città, a favore di efficienza e sostenibilità (Hancke et al., 2013; Townsend, 2013) e fornisce ricche informazioni di dati utili per meglio rappresentare, modellare e prevedere lo sviluppo urbano, elaborare e simulare dunque i risultati probabili in un futuro (Schaffers et al., 2011; Batty et al., 2012). L'obiettivo è quello di rendere una città controllabile in un'ottica di miglioramento delle prestazioni, in termini sia di fornitura di servizi pubblici ma anche di parte-

cipazione (Allwinkle, Cruickshank, 2011). Lo *Smart Urbanism*, e ancora di più le *Smart City*, forniscono supporto anche alle attività commerciali, si impegnano a stimolare la crescita e la creazione di nuove forme di imprenditorialità. Le ICT sono viste come piattaforme di centrale importanza per mobilitare e realizzare idee e innovazioni. Di per sé, tuttavia, l'integrazione delle ICT nelle infrastrutture urbane non è la cosa effettiva che rende una città intelligente. Le piattaforme per l'innovazione e per la creatività, che facilitano sviluppo sociale, ambientale, economico e culturale sono i veri protagonisti (Allwinkle, Cruickshank, 2011). Per i funzionari della città, i governi nazionali e stati sovranazionali come l'Unione Europea, le città intelligenti offrono il potenziale allettante del progresso socioeconomico, di città più vivibili, sicure, funzionali, competitive e sostenibili (Kourtit et al., 2012; Townsend, 2013). Hollands (2008) identifica cinque caratteristiche principali dello *Smart Urbanism*:

- diffusione delle ICT nel contesto urbano
- sviluppo urbano guidato dalle imprese
- focus sul sociale e sulle dimensioni umane della città
- adozione di programmi mirati all'apprendimento, all'istruzione e al capitale sociale
- concentrazione sulla sostenibilità sociale e ambientale.

Questa attuale tendenza di riqualificazione indica che le pratiche di pianificazione "come al solito" non sono dotate delle strategie e degli strumenti appropriati per affrontare le difficoltà della rigenerazione suburbana e facilitare un movimento verso un' "urbanistica *smart*". Newton, Murray et al. (2011) sostengono che, con un numero significativo di modifiche all'attuale sistema di acquisizione e sviluppo del territorio, i lotti di terra potrebbero potenzialmente essere amalgamati o sviluppati offrendo economie di scala che consentano il retrofit di infrastrutture sostenibili, nuove tecnologie e migliori spazi per la comunità. Questi giochi linguistici quindi non coinvolgono solo esperti e professionisti del campo urbano, ma anche specialisti di marketing, consulenti, intere società, funzionari cittadini, inquadrano le città, come queste sono concettualizzate e pianificate.

Tuttavia, il potenziale, i limiti e le implicazioni di questa trasformazione sono stati raramente esaminati in modo critico. La ricerca tende piuttosto ad avere un focus di "*problem solving*", preoccupandosi di ottenere risultati ottimali in base alle attuali condizioni tecniche, politiche e di mercato con critiche limitate. Un numero piuttosto limitato di professionisti e studiosi sta effettivamente iniziando a mettere in discussione il potere di risoluzione dei sistemi "intelligenti", esaminando come queste tecniche possano alterare il funzionamento di potere, spazio e regolazione (Klauser, 2013). Queste prospettive evidenziano la necessità di una maggiore profondità nell'esame del modo in cui il potenziale di trasformazione di SU è creato e di una valutazione critica, che vada ad approfondire anche la frammentazione delle reti urbane, i profondi divari che sono stati creati tra le città con accesso a "*smart*" e quelli senza. Comprendere tutti questi processi consentirà di considerare le

attuali traiettorie di SU ed esaminare quale sia il potenziale nelle città in cui deve ancora stabilirsi. Nello sviluppare una risposta a queste lacune nel panorama di ricerca esistente la letteratura evidenzia tre sfide chiave:

- sviluppare un approccio concettuale interdisciplinare, esaminare cioè come SU è attualmente concettualizzato all'interno delle scienze sociali, individuando aree di accordo, dialogo e dissenso
- analizzare le implicazioni sociali e politiche, sia materialmente che discorsivamente, ed esaminare come determinate condizioni urbane consentano e vincolino le transizioni di SU e producano percorsi alternativi
- generare nuove conoscenze sulle forme, le dinamiche e le conseguenze di SU in un contesto comparativo internazionale.

Al fine di cogliere la diversità degli aspetti valutativi, si sono diffusi poi una serie di modelli che forniscono a decisori e organismi di pianificazione una migliore percezione degli aspetti conflittuali in corso di valutazione. Data la diversità e la complessità dei fattori che influenzano problemi inerenti la pianificazione, gli SDSS (*Spatial Decision Support System*) sembrano essere essenziali per questo tipo di studi, integrando l'efficienza e la facilità di elaborazione dei dati di sistemi di informazione e la rappresentazione geografica intuitiva di dati geospaziali. La metodologia SDSS incorpora:

- un modulo di gestione del database, che include i dati demografici, economici, architettonici, ambientali e così via
- un sistema di informazione geografica (GIS)
- una base di metodi di analisi su criteri, come conseguenza della natura multidimensionale della pianificazione urbana
- un'interfaccia uomo-computer che mira a minimizzare lo sforzo cognitivo richiesto agli utenti.

Negli ultimi due decenni, una moltitudine di metodi sono stati sviluppati come strumenti di valutazione di quartieri ed edifici, alcuni dedicati alla valutazione della qualità dell'alloggiamento, altri più preoccupati alle prestazioni ambientali degli interi edifici, altri ancora presentano uno sguardo a scala più ampia. Gli SDSS si basano perlopiù su un approccio incentrato su criteri decisionali multi-criterio, in cui i pesi di ogni criterio sono stati definiti in base alla relativa importanza assegnata. Il sistema consente all'utente, non solo di applicare un metodo di decisione su più criteri, ma anche di visualizzare, modificare, aggiungere, eliminare e analizzare dati memorizzati nel database. L'applicazione degli SDSS aiuta i decisori a strutturare delle informazioni, fornisce assistenza decisionale, consentendo la razionalizzazione nel confronto tra alternative in un complesso problema di dimensioni realistiche riguardo l'applicazione urbana. La produzione di mappe grazie al sistema GIS fornisce poi un valore aggiunto nell'analisi. Il sistema è abbastanza flessibile per essere adattato a varie applicazioni: con set di dati diversi e criteri di valutazione diversi, il sistema potrebbe essere utilizzato per valutare qualsiasi stock di edifici o quartieri.

Di seguito verrà presentata una serie di possibili criteri da includere per il retrofitting urbano. Questo set deriva da un lavoro sviluppato in due diversi progetti: il progetto europeo DIMMER e la *National Smart City* nel campo degli *Smart Urban Districts* (EEB). Viene fornita una breve spiegazione di questi due progetti, insieme alle metodologie utilizzate per la selezione e la classifica dei criteri finali. È degno di nota che la riduzione del consumo energetico e le normative sull'efficienza energetica proposte dalla legislazione dell'UE siano state considerate come obiettivo finale di ogni scenario.

DIMMER (2013-2016) è un progetto europeo coordinato dal Politecnico di Torino, che ha ricevuto finanziamenti dal Settimo programma dell'Unione Europea per la ricerca, la tecnologia, Sviluppo e Dimostrazione. DIMMER è costituito da un sistema software destinato a professionisti e autorità pubbliche per monitorare i dati, simulare e attuare politiche di gestione energetica e scenari a livello distrettuale. Una serie coerente di criteri (*Tabella 1*), che riflettono le preoccupazioni rilevanti, è stata identificata. I criteri considerati nel progetto sono stati selezionati in base alla letteratura internazionale pertinente.

ASPETTI	CRITERI	DESCRIZIONE	UNITÀ
ECONOMICO	Costo di investimento	Costi di investimento relativi alla ristrutturazione degli edifici e alle nuove fonti di energia	€
	Payback Period (PBP)	Misura della performance utilizzata per valutare l'efficienza di un investimento o per comparare l'efficienza di diversi investimenti	anni
AMBIENTALE	Riduzione delle emissioni	Riduzione delle emissioni inquinanti di CO_2	%
TECNICO	Riduzione delle richieste di energia	Percentuale di riduzione della richiesta di energia grazie agli interventi sull'edificio (isolante a cappotto e finestre)	%
	Resilienza del sistema energetico	Abilità di assorbire gli shock economici e fisici del sistema energetico	ordinale

Tabella 1: Criteri DIMMER

L'EEB invece è un progetto nazionale coordinato da ST-Microelectronics e finanziato dal Ministero. Il progetto mira a esplorare i modelli di consumo di energia a livello urbano fornendo una metodologia per valutare diversi scenari di riqualificazione energetica urbana basati su criteri multipli nel contesto della pianificazione urbana sostenibile (*Tabella 2*). In questo caso sono stati inclusi criteri sociali, architettonici e tecnici nell'analisi.

ASPETTI	CRITERI	DESCRIZIONE	UNITÀ
AMBIENTALE	Emissioni globali di CO_2	Misura dell'emissione equivalente di CO_2 che viene evitata grazie alle nuove azioni	t/anno
	Emissioni locali ($NO_{\%}$ + PM_{10})	Impatto diretto sulla salute della comunità e impatto indiretto sullo stato sociale della comunità	ordinale
ECONOMICO	Payback Period (PBP)	Misura della performance utilizzata per valutare l'efficienza di un investimento o per comparare l'efficienza di diversi investimenti	anni
	Costo di investimento	Costi di investimento relativi alla ristrutturazione degli edifici e alle nuove fonti di energia	€
	Fattibilità socio-economica	Possibilità economica e buona volontà delle persone	num
	Costo di mantenimento	Costi di gestione fissi e variabili legati al mantenimento dell'impianto di riscaldamento (esclusi i costi del carburante)	€
TECNICO	Affidabilità	Efficienza delle tecnologie e qualità dei risultati	ordinale
	Durabilità	Durabilità delle strategie in relazione alla durata di vita di ogni retrofit	anni
SOCIALE	Accettabilità	Percezione delle persone relativa agli impatti legati alla ristrutturazione	ordinale
	Creazione di lavoro	Potenzialità di creare nuovo lavoro e regolarizzare i dipendenti	ordinale
	Impatto architettonico	Impatti visivi e architettonici della ristrutturazione rispetto all'ambiente esistente	ordinale

Tabella 2: Criteri EEB

In quest'ultimo elenco si vedono un numero di criteri aggiuntivi pertinenti, considerati come fondamentali: le emissioni locali, anche se spesso vengono ignorate a causa della mancanza di dati disponibili; il criterio di "affidabilità" per considerare la fattibilità tecnica dei possibili progetti energetici a livello urbano; e una serie di aspetti sociali (Lombardi, Abastante, Torabi Moghadam, Toniolo, 2017).

Un altro progetto interessante a tal proposito è il progetto BRIDGE, il cui scopo era quello di colmare il divario di conoscenza e comunicazione tra i pianificatori urbani e gli scienziati ambientali e illustrare i vantaggi di considerare l'ambiente in modo dettagliato nei processi di pianificazione urbana. Il prototipo sviluppato integra osservazioni biofisiche e tecniche di simulazione con aspetti socio-economici in cinque città europee, selezionate come casi studio per l'applicazione pilota dello strumento. Gli studi sul "metabolismo" urbano considerano una città come un sistema e distinguono tra energia e flussi di materiali, includendo però al tempo stesso aspetti di vivibilità, socialità, salubrità e benessere. La sostenibilità per una città infatti non è solo la riduzione dei flussi metabolici, ma anche aumento della vivibilità umana e aspetti economici e sociali integrati a quelli ambientali. Il design della città, che definisce la forma urbana e la copertura, il governo urbano e le dinamiche climatiche locali e regionali, ha il potere di modificare i componenti del metabolismo urbano. Le attività di pianificazione territoriale dei governi locali/regionali possono fornire i mezzi normativi più diretti di gestione urbana verso un metabolismo sostenibile, in modo da promuovere il miglioramento del comfort termico e della qualità dell'aria, che sono entrambi importanti elementi della qualità della vita nelle città. Non esiste ancora un metodo standardizzato per condurre studi quantitativi sul metabolismo urbano in tutto il mondo e gli strumenti disponibili sono più scientificamente orientati e non *user-friendly* per scopi di pianificazione, inoltre i dati completi sono difficili da ottenere. Queste ragioni impediscono a pianificatori e responsabili delle politiche di sfruttare le conoscenze esistenti e le informazioni nei processi di pianificazione urbana. La crescente pressione per la sostenibilità urbana obbliga i pianificatori a tenere conto delle considerazioni ambientali e socio-economiche contemporaneamente. Sorge quindi la necessità di sviluppare metodi di valutazione specifici e strumenti per affrontare più aspetti interdisciplinari all'interno del processo decisionale. Per sostenere una valutazione, ogni problema deve essere descritto in modo strutturato e le alternative devono essere definite e accompagnate da informazioni descrittive e quantitative. Il progetto BRIDGE ha introdotto la considerazione ambientale nei sistemi di supporto alla pianificazione urbana, mediante strumenti numerici, focalizzandosi su energia, acqua, carbonio e sostanze inquinanti (*Tabella 3*). Diversi obiettivi possono essere impostati a seconda di interessi, bisogni e risorse di pianificatori e soggetti interessati, alcuni dei quali possono entrare in conflitto. La soluzione ottimale quindi è un compromesso tra gli obiettivi, dipendenti dalle preferenze dell'utente finale. Gli obiettivi sono definiti in BRIDGE come priorità in relazione alle interazioni tra l'ambiente e gli elementi

(ad es. flussi di energia, acqua, carbonio e inquinanti) e componenti socioeconomiche (ad es. costi di investimento, alloggio, occupazione, ecc.) della sostenibilità urbana.

Cinque città europee (Helsinki, Atene, Londra, Firenze e Gliwice) sono state selezionate come casi di studio nell'ambito del progetto BRIDGE per tentare di catturare diversi comportamenti ambientali e socio-economici.

INDICATORI AMBIENTALI	INDICATORI SOCIALI
Energia	**Land use**
Consumo di energia da raffrescamento/riscaldamento Calore antropogenico Percentuale di energia da fonti rinnovabili	Nuove aree urbanizzate Riutilizzo di siti dismessi Densità di sviluppo (m^2 costruiti/m^2 totali)
Comfort termico	**Mobilità/accessibilità**
Indice di comfort termico Temperatura dell'aria Numero di giorni sopra la soglia	Qualità della camminabilità Lunghezza delle piste ciclabili Lunghezza delle nuove strade Uso di trasporti pubblici Numero di abitanti con accesso ai trasporti pubblici
Acqua	**Inclusione sociale**
Consumo di acqua Evapotraspirazione Infiltrazione Superficie di run-off Potenziale rischio di alluvione	Numero di abitanti con accesso ai servizi Numero di abitanti con accesso alle social housing
Qualità dell'aria	**Benessere**
Concentrazione di $NO_{\%}$, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CO_2, SO_2 Esposizione	Numero di abitanti affetti da inondazioni improvvise Numero di abitanti affetti da ondate di calore
Gas serra	**Economia**
Emissioni di CO_2 e CH_4	Costo dell'intervento proposto Effetti sull'economia locale (numero di posti lavoro creati) Effetti sull'economia locale (€)

Tabella 3: Indicatori BRIDGE

In conclusione, i sistemi di supporto alle decisioni spaziali analizzano in modo completo le informazioni di base e soddisfano requisiti multi-periodo, multi-obiettivo e multi-utente, sostenendo complessi processi decisionali, risolvendo anche problemi semistrutturati e facilitando l'utilizzo di dati e modelli geospaziali. Le funzionalità speciali poi includono la modellazione, l'ottimizzazione e la simulazione, per generare, valutare e testare la sensibilità delle soluzioni calcolate. Come la maggior parte delle valutazioni territoriali e ambientali coinvolgono diverse alternative di pianificazione, nonché numerosi pianificatori con differenti visioni e percezioni, gli SDSS forniscono tecniche efficaci per valutare impatti multipli e/o cumulativi, incorporare le percezioni degli *stakeholders* e svolgere analisi di vulnerabilità o idoneità per valutare le alternative in esame. L'uso di tutti questi modelli dunque sta ultimamente aumentando nella valutazione dell'impatto per supportare la pianificazione urbana.

1.2 ECODISTRICTS: CARATTERISTICHE E CASI STUDIO

Cambiamenti climatici, perdita di biodiversità e inquinamento stanno portando all'urgente necessità di aumentare lo sviluppo sostenibile delle città e delle loro componenti. Incoraggiare e consentire uno stile di vita sostenibile degli abitanti può essere promosso sviluppando quartieri urbani sostenibili come nuclei di città. Questa sezione ha l'obiettivo di valutare i criteri per questo sviluppo basandosi sulla letteratura disponibile, verranno dunque identificati approcci che forniscono il punto di partenza per lo sviluppo di una serie più ampia di principi.

La sostenibilità è diventata un elemento sempre più importante da considerare nella progettazione delle aree urbane. Sebbene rivesta un ruolo centrale nella pianificazione delle città, per qualche motivo ha ricevuto meno attenzione nello sviluppo dei quartieri. Tuttavia, le città non possono essere considerate sostenibili se le loro parti componenti, come i quartieri, non soddisfano i criteri. Nel discorso sostenibilità dunque è importante includere tutti quegli elementi di sostenibilità del vicinato. Se si segue lo sviluppo della teoria del vicinato da Howard e Perry fino ai più recenti contributi, si può osservare che le idee di sostenibilità siano centrali per diversi autori, che includono aspetti economici, sociali, tecnici e ambientali. Sfortunatamente, l'applicazione di questi concetti teorici ad alcuni quartieri non ha sempre portato ai risultati sperati (Choguill, 2008). Questo può essere dovuto a una serie di fattori, come la rapida urbanizzazione o la relativa scarsità di strutture pubbliche condivise. Negli ultimi anni molto è stato scritto sul concetto di sostenibilità e su come possa essere raggiunta: sono state generate una miriade di definizioni, avviate politiche nazionali, create nuove istituzioni per monitorare questa. Le città sono considerate sostenibili se, nelle parole della Commissione mondiale per l'ambiente e la pianificazione (1987), soddisfano "*i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di incontrare i loro propri bisogni*". Al fine di valutare i progressi verso questo auspicabile stato di sostenibilità, indicatori misurabili sono stati necessari per valutare gli sforzi urbani (Choguill, 1993). Tale analisi rivela immediatamente che una città può essere sostenibile rispetto ad un sistema urbano globale, dove ogni singola città influisce almeno in una certa misura. Allo stesso tempo, tuttavia, nessuna singola città può contribuire alla sostenibilità complessiva se le parti di cui essa si compone non sono ritenute sostenibili. Il risultato è quindi che i quartieri sono importanti quanto qualsiasi elemento del sistema urbano. Per queste ragioni, la sostenibilità dei quartieri ha preoccupato i pianificatori per un considerevole periodo di tempo.

Per prima cosa risulta importante definire cosa sono i quartieri. Il termine quartiere è stato nel vocabolario urbano per un tempo molto lungo, accompagnato da caratteristiche indipendenti dalla cultura. Ci sono un certo numero di definizioni molto utili che vengono fornite su Internet, ad esempio "*una comunità geograficamente localizzata situata all'interno di una città o di un sobborgo più grande*" o "*area individualmente identificabile all'interno di una comunità che conserva una certa qualità o carattere che la contraddistingue da altre aree*" o ancora "*area in cui i residenti sono attratti e tenuti insieme da interessi comuni e benefici*" (Choguill, 2008). Quello che è interessante in queste definizioni è che ciò che è un quartiere è principalmente definito dagli occhi di chi guarda. Sebbene la definizione di un quartiere possa essere in termini di gruppo etnico, settore professionale o classe socio-economica, non deve necessariamente essere così. Non esiste una dimensione di popolazione specificata nella definizione, né qualsiasi funzione civica universale che un quartiere debba soddisfare, è semplicemente una suddivisione dell'urbano. I pianificatori, tuttavia, sono stati molto interessati a fornire ai quartieri una funzione, come Howard con le sue proposte per le città giardino, con il quale per la prima volta il quartiere diviene parte integrante dell'attività di pianificazione urbana. Il concetto poi è stato raccolto e sviluppato da moltissimi altri studiosi, ognuno dei quali si concentrava su determinati aspetti. Una delle loro preoccupazioni principali riguarda la partecipazione del cittadino, per promuovere un sentimento di appartenenza tra residenti e buoni sentimenti l'un l'altro tra vicini. I quartieri sono quindi più di una semplice area secondaria della città. Sociologi e pianificatori hanno formulato un certo numero di osservazioni interessanti riguardo il modo in cui le dimensioni di una popolazione vicina influenzano l'interazione di persone all'interno di quella popolazione. Fisher (1984) osserva che più grande è la comunità, meno è forte il coinvolgimento con i vicini. Questo sembra suggerire che nella pianificazione di quartieri sostenibili, vi è un limite sia per la popolazione che per l'area. I contributi, combinati alla teoria del vicinato, hanno fornito una base ricca per l'elaborazione di una serie di criteri per la pianificazione di quartieri della sostenibilità. Al fine di raggiungere la sostenibilità economica, sia in termini di riduzione dei costi di trasporto e delle infrastrutture, le dimensioni del quartiere dovrebbero essere limitate ma le densità relativamente alte. In diverse occasioni è stato notato che la capacità di camminare fino a un punto focale centrale, sia che si tratti di una scuola o di qualche altro importante edificio, è di importanza basilare per il vicinato e eliminerebbe molti viaggi quotidiani in auto. Il quartiere deve essere costituito da una popolazione sufficiente a giustificare la creazione di negozi di quartiere, permettendo il commercio locale per almeno i principali beni di consumo.

Nonostante ci sia una letteratura crescente sugli ecodistretti, c'è ancora poca analisi sistematica del ruolo che possono svolgere nell'avanza-

mento della pianificazione rispetto al clima in tutta la città e la loro capacità di influenzare altre città. Se gli ecodistretti venissero utilizzati dai governi delle città come banchi di prova e laboratori di apprendimento, con le lezioni apprese e applicate ad altre parti della città, avrebbero un ampio potenziale per accelerare la pianificazione nel rispetto del clima. In risposta poi alle critiche che gli ecodistretti sono semplicemente isole di privilegi ecologici, andrebbe dimostrato che le lezioni apprese possano essere applicate in quartieri meno prosperi o a basso reddito (Choguill, 2008). Nonostante la vasta letteratura emersa sul cambiamento climatico urbano, sulla pianificazione della sostenibilità, accompagnata da diversi sistemi per valutare le città come "verdi" o "sostenibili", sull'adozione delle energie rinnovabili, sull'efficienza degli edifici, sui trasporti pubblici e non, sull'utilizzo sostenibile del territorio, sulla gestione dei rifiuti, sul consumo e sulla gestione di acqua, l'enfasi della letteratura riguarda in gran parte il "cosa" pianificare, spesso con poca considerazione delle realizzazioni effettive. Quello su cui ci si dovrebbe concentrare è piuttosto il "come", identificando i fattori che spiegano il successo delle città che hanno effettivamente ridotto le emissioni. Nello specifico, vanno esaminate la *governance* e la pianificazione come importanti punti di leva per cambiamenti trasformativi (Corfee-Morlot et al., 2008; Lenhart et al., 2014). Uno degli approcci più importanti è l'integrazione verticale, o il supporto da livelli più alti di governo (Baker, Eckerberg, 2007; Corfee-Morlot et al., 2009; Kern, Alber, 2008) come mandati che motivano l'azione locale e finanziamenti e iniziative a supporto dell'adattamento (Ayers, 2009; Bailey, 2007; Betsill, 2001; Kern et al., 2007; Meadowcraft, 1999). Inoltre, l'integrazione verticale include la misura in cui alle città viene data l'autonomia di creare le proprie politiche, in particolare per quanto riguarda la gestione di rifiuti, i trasporti e i servizi energetici (Bulkeley, 2010; Bulkeley, Betsill, 2003). Mentre gli ecodistretti esistevano già dai primi anni '90, solo di recente è stata fatta un'analisi del loro impatto nella letteratura accademica.

Le definizioni di ciò che costituisce un ecodistretto sono molteplici, di seguito verranno presentate solamente quelle considerate più efficaci:

- Bice et al. (2011) li definiscono come "*aree nelle città che riducono significativamente gli impatti antropogenici migliorando la qualità della vita*"
- Eco-districts, un'organizzazione senza scopo di lucro che promuove il concetto negli Stati Uniti, li definisce come "*un intero sistema di strategia di investimento di quartiere verde che integra l'efficienza delle risorse, la diversità ecologica, la mobilità e il benessere della comunità*".

Una distinzione fondamentale da fare è quella tra gli ecodistretti sviluppati su siti dismessi e quelli nelle aree esistenti in cui la maggior parte delle proprietà è già sviluppata. La pianificazione di San Francisco ad esempio si riferisce al primo caso,

lo stesso vale per tre dei più celebri ecodistretti europei, Hammarby Sjöstad a Stoccolma, Western Harbour a Malmö e Vauban a Friburgo, costruiti su terreni in precedenza utilizzati come siti industriali. In tutte le definizioni, gli ecodistretti sono visti come il collegamento mancante tra la scala degli edifici e la pianificazione e l'attuazione della scala urbana o regionale.

La letteratura nascente che analizza gli ecodistretti suggerisce poi che la pubblicità che hanno generato non è supportata dai risultati effettivi. Un'altra linea di critiche si concentra infatti sugli ecodistretti come gentrificazione ambientale, che riguarda l'espansione di abitazioni esclusivamente di classe media o alta in aree precedentemente sottosviluppate (Shaw, 2008) o aree postindustriali come negli ecodistretti di Stoccolma e Malmö. I critici del porto occidentale di Malmö sostengono che l'intervento abbia trasformato un paesaggio postindustriale in un'enclave borghese costruita per soddisfare gli obiettivi di sviluppo economico (Baeten, 2012; Sandberg, 2014). Sebbene la letteratura contenga critiche legittime sulla misura in cui gli ecodistretti hanno raggiunto gli obiettivi ambientali o patrimoniali della sostenibilità, vi è poca discussione sul loro potenziale a lungo termine per facilitare l'apprendimento per altri distretti eco-ambientali, raggiungendo obiettivi di piani di azione per il clima in tutta la città. L'implementazione efficace del piano di sostenibilità di una città richiede in primis un processo di sperimentazione, rivalutazione e adattamento delle pratiche (Bulkeley, Castán Broto, 2012; Holden, 2008; Lenhart et al., 2014; Schön, 1983; Shaw and Theobald, 2011; Storbjörk, 2010). Argyris e Schön (1996) si riferiscono a questo processo come a un doppio ciclo di apprendimento, che include una modifica in corso di valori, politiche e norme organizzative per incorporare nuove pratiche: i professionisti integrano in modo riflessivo le loro conoscenze e abilità formali insieme ad altre fonti di conoscenza per risolvere i problemi, attraverso sperimentazione attiva, esperienze concrete, osservazione riflessiva e concettualizzazione astratta.

Quando si parla di sostenibilità ci si riferisce perlopiù alle aree urbane in quanto sono proprio queste la causa di oltre il 70% delle emissioni globali di carbonio e quasi il 70% del consumo mondiale di energia, con una tendenza crescente per entrambi (IEA, 2008). È importante dunque portare soluzioni alle sfide della sostenibilità partendo dalle città stesse, garantendo risparmio energetico e dei materiali, grazie ai miglioramenti nella forma urbana e alla progettazione di edifici, e sensibilizzando gli abitanti a stili di vita sostenibili (Grimm et al., 2008; WBGU, 2011; Weisz, Steinberger, 2010; Williams, Dair, Lindsay, 2010). Anche oggi, sebbene esistano progetti pilota che a volte si autoproclamano come sostenibili, la forma urbana è generalmente considerata insostenibile per quanto riguarda i suoi processi di pianificazione, la sua costruzione e il suo utilizzo (Alberti et al., 2007; WBGU, 2011; Williams et al., 2010; Wu, 2009). Sebbene prima non fosse così, ne-

gli ultimi due decenni lo sviluppo sostenibile dei quartieri urbani ha acquisito crescente attenzione nella comunità di ricerca, che mira a definire e ad elaborare questo concetto in modo più dettagliato (Barton, 1998; Breheny, 1992; Drilling, Schnur, 2012a; Farr, 2008; Grant, 2006; Jabareen, 2006; Priemus, Kempen, 1999; Williams, Lindsay, 2007). I diversi approcci evidenziano aspetti che sono considerati fondamentali per lo sviluppo di quartieri urbani sostenibili: questi variano da aspetti sociali (Ahmed, 2012), alle questioni ecologiche (Li, Wang, Paulussen, Liu, 2005), alla dimensione culturale (Joubert, 2004), alle circostanze economiche (Jones, Leishman, MacDonald, 2009). Alcuni approcci evidenziano poi le interdipendenze tra alcuni di questi aspetti (Katoshevski-Cavari, Arentze, Timmermans, 2011) e identificano le soglie oltre le quali lo sviluppo sostenibile non è più possibile (Galster, Quercia, Cortes, 2000). Una caratteristica comune a tutti gli approcci è l'obiettivo di trasformare i quartieri attraverso progetti di riqualificazione o progettarne di nuovi (Schroepfer, Hee, Werthmann, 2007; Williams, Lindsay, 2007). Molti di loro si sono basati su principi generici considerati applicabili in egual modo a diverse situazioni, mirando ad abbattere la complessità di questi interventi e gestendoli per piccole parti. I principi enfatizzano le "*caratteristiche essenziali del sistema, il suo modo di essere e di apparire, la sua fisionomia, la sua anima o spirito*" (Alpa, 1994), servono dunque come bussola in diverse circostanze (von Korff, D'Aquino, Daniell, 2010). Fare intuizioni generali nella pratica richiede però anche il riconoscimento delle caratteristiche contestuali che influenzano o hanno influenzato il sistema. Gli approcci di ricerca differiscono anche nella loro interpretazione del termine "principio", variano per quanto riguarda il loro focus, il numero di attributi, i concetti metodologici utilizzati per il loro sviluppo. Le azioni intraprese dipendono dalla funzione, dalla struttura e dal contesto specifici di un sistema e delle loro interdipendenze (Bossel, 2000), dove: il termine "funzione" può essere inteso come un "*obiettivo o domanda che viene posto su un sistema dalle parti interessate*" (Langa, Scholz, Binder, Wiek, Stäubli, 2007); il termine "struttura" si riferisce invece agli elementi di un sistema e comprende la "*relazione spaziale e temporale, la connessione, il partizionamento e la modularizzazione delle unità di sistema*" (Scholz, Tietje, 2002); il termine "contesto" infine si riferisce a sistemi adiacenti e quindi comprende "*tutti i vincoli ambientali che sono sistemi permanentemente rilevanti o fattori di impatto*" (Scholz, Tietje, 2002). Sebbene i diversi approcci che hanno sviluppato principi per i quartieri urbani siano collegati dall'idea di sostenibilità, l'interpretazione di come il quartiere sostenibile debba essere realizzato è altamente variabile.

Secondo Gibson (2006), i requisiti di base da raggiungere per una maggiore sostenibilità consistono in otto criteri generici:

- integrità del sistema
- sufficienza di sostentamento
- equità intra- e intergenerazionale

- uso sostenibile delle risorse
- governo democratico
- precauzione
- adattamento
- integrazione a lungo termine.

Questi criteri si focalizzano su obiettivi che devono essere raggiunti e sulle azioni chiave che sono coinvolte per progredire verso la sostenibilità (Gibson, Hassan, Holtz, Tansey, Whitelaw, 2005). La ricerca bibliografica ha portato a sviluppare e definire 11 categorie per indagare su ciascun insieme di principi e per esaminare gli approcci usati (*Tabella 4*).

CATEGORIA	DESCRIZIONE
FUNZIONE	Si riferisce a processi all'interno di un sistema che determinano certi risultati. La funzione può essere intesa come obiettivo o domanda che viene posta su un sistema dalle parti interessate.
STRUTTURA	Struttura del sistema relativa agli elementi che un sistema comprende, include lo spazio e la relazione temporale, la connettività, il partizionamento e la modularizzazione delle unità di sistema.
CONTESTO	Si riferisce ai sistemi adiacenti e comprende quindi tutti gli aspetti ambientali rilevanti e i fattori di impatto.
EFFETTO DI DISPERSIONE	La categoria esamina se un principio considera gli impatti esterni del vicinato su altre aree oltre i suoi confini.
INTEGRITÀ DEL SISTEMA SOCIO-ECOLOGICO	Costruire relazioni umano-ecologiche per stabilire e mantenere l'integrità dei sistemi socio-biofisici e proteggere le insostituibili funzioni di supporto vitale da cui il benessere umano ed ecologico dipende.
SUFFICIENZA E OPPORTUNITÀ DI SOSTENTAMENTO	Assicurarsi che ogni comunità abbia abbastanza per una vita dignitosa, che tutti abbiano l'opportunità di cercare miglioramenti senza compromettere la possibilità per le generazioni future delle stesse opportunità.
EQUITÀ INTRA-GENERAZIONALE	Assicurarsi che le scelte efficaci siano perseguite in modo da ridurre i rischi di lacune nella sufficienza e nelle opportunità (salute, sicurezza, riconoscimento sociale, influenza politica, ecc.) tra ricchi e poveri.
EQUITÀ INTER-GENERAZIONALE	Favorire le azioni attuali che hanno maggiori probabilità di preservare o migliorare le opportunità delle generazioni future di vivere in modo sostenibile.
MANTENIMENTO ED EFFICIENZA DELLE RISORSE	Fornire una base più ampia per garantire mezzi di sussistenza sostenibili per tutti, riducendo le minacce per l'integrità a lungo termine dei sistemi socio-ecologici riducendo il danno estrattivo, evitando i rifiuti e riducendo il consumo di energia.
CIVILTÀ SOCIO-ECOLOGICA E GOVERNANCE DEMOCRATICA	Sensibilizzare la capacità, la motivazione degli individui, delle comunità e di altri organismi decisionali collettivi per applicare i requisiti di sostenibilità attraverso più deliberazioni meglio informate, prestare maggiore attenzione e promuovere la consapevolezza reciproca, la responsabilità collettiva e un uso più integrato del processo decisionale amministrativo.
PRECAUZIONE E ADATTAMENTO	Evitare anche i rischi scarsamente comprensibili di danno grave o irreversibile, redigere particolari piani per gestire l'adattamento al meglio.

Tabella 4: Categorie di principi di sostenibilità

Le categorie 1-3 derivano da Langa et al. (2007) e Scholz e Tietje (2002), la categoria 4 è stata sviluppata da Mori e Christodoulou (2012), le categorie 5-11 invece sono state adottate da Gibson (2006).

Per sviluppare i principi bisogna innanzitutto comprendere tutti quella della letteratura, studiare le somiglianze e le differenze dei documenti recensiti, estrarne la descrizione dettagliata per poi confrontarli accuratamente. Successivamente, bisogna esaminare se diversi principi affrontano argomenti simili per ridurne il numero ed evitare ridondanze. Si giunge quindi al confronto di tutti i principi l'uno con l'altro per esaminare i temi affrontati. Gli approcci utilizzati sono in parte basati sull'esperienza individuale, indagini di quartiere, esami di letteratura esistente o casi studio. È possibile che un articolo consideri solo alcuni dei problemi che sono assegnati alle tre dimensioni mentre un altro riguardi diversi aspetti in ciascuna dimensione. La maggior parte dei documenti si riferisce solo ad alcuni aspetti dei criteri di sostenibilità a discapito di altri, conducendo alla domanda se tutti gli aspetti esaminati hanno la stessa rilevanza per il livello di quartiere. I quartieri urbani sostenibili, descritti come incubatori di cambiamento, richiedono quindi il riconoscimento di tracce esistenti e criteri chiave da considerare, motivo per cui le pratiche possono essere difficilmente duplicate in un altro quartiere, se non all'interno di una stessa città, in cui le medesime misure possono essere applicate. I criteri si riferiscono in primis ai bisogni umani di base che devono essere soddisfatti, con l'opportunità di migliorare la loro situazione attuale. Tuttavia, l'accesso adeguato degli abitanti alle risorse che consentono la qualità della vita, oggi è ancora un argomento trascurato nello sviluppo della città (Weisz, Steinberger, 2010). Oggi la discussione sulla sostenibilità delle aree urbane si concentra principalmente sul problema di come ridurre la domanda di risorse. La maggior parte dei lavori discute soprattutto i principi relativi alla categoria sociale evidenziando la partecipazione dei residenti alle questioni relative al vicinato per migliorare la consapevolezza reciproca e la responsabilità collettiva. Deliberazione e processi partecipativi sono stati applicati con successo a livello di quartiere in diversi contesti (Fagotto, Fung, 2006; van der Merwe, Meehan, 2011). L'approccio più corretto è quello di generare una conoscenza più profonda e creare sistemi più prevedibili (Holling, Meffe, 1996; McDaniel, Driebe, 2005). È dimostrato che lo sviluppo dei quartieri sostenibili richiedono test e, successivamente, la riproduzione delle idee esistenti per prova (Marique, Reiter, 2011). Per creare un quartiere vivace è necessario incoraggiare i residenti a partecipare e a riflettere costantemente su questioni e sviluppi che emergono all'interno del quartiere.

Rimane da discutere se determinati principi hanno una priorità più alta o se ogni principio ha la stessa rilevanza. Non è mai chiaro quanto è fattibile ed efficace la loro applicazione, solo un piccolo numero di studi ha valutato e generalizzato la

rilevanza di diversi aspetti (Sartori, Hestnes, 2007) per la prioritizzazione del risparmio energetico nel ciclo di vita degli edifici. Tuttavia, il significato di alcuni aspetti potrebbe essere più specifico ad un determinato contesto. Ulteriori ricerche devono concentrarsi sulla questione se o come le misure possono migliorare l'applicabilità di alcuni aspetti e se la prioritizzazione di un principio su un altro possa essere compensato. La ricerca dovrebbe esaminare se sono necessari ulteriori elementi per indirizzare in modo completo i quartieri urbani verso la sostenibilità. Ciò richiede a ricercatori e professionisti di riflettere sulle specificità del contesto e di contestualizzare i principi solo di conseguenza perché le funzionalità basate sul luogo dipendono molto dalla percezione dalle persone, dal loro valore e dal loro sistema di credenze. Il tipo e l'intensità del coinvolgimento variano in base a problemi, obiettivi e fasi del progetto (Gibson, 2006; Krütli, Stauffacher, Flüeler, Scholz, 2010; Stauffacher, Flüeler, Krütli, Scholz, 2008). Per lo sviluppo di un insieme di principi efficaci è importante favorire lo scambio tra diversi discipline, integrare le conoscenze di accademie esterne e consentire l'apprendimento reciproco tra ricercatori, professionisti e parti interessate (Jahn, Bergmann, Keil, 2012; Langa et al., 2012). Un set di principi integrato dovrebbe servire a pianificatori urbani, sviluppatori e architetti, come linea guida verso una forma urbana più sostenibile. I principi hanno la funzione di far luce su argomenti altrimenti trascurati. L'analisi del set di dati ha rivelato inoltre che i criteri sono correlati con le dimensioni del contesto e della struttura e, in misura minore, con la dimensione della funzione. Sulla base dei risultati viene suggerita la seguente mappa per raggiungere un insieme di principi completo e sufficiente:

- completare il set di principi, analizzando in dettaglio i diversi campi di sviluppo del quartiere sostenibile
- sviluppare un insieme di principi sufficienti senza generarne un numero troppo vasto, che è difficile da gestire, e integrare le conoscenze dei professionisti di diverse discipline
- valutare gli impatti dell'insieme di principi sufficienti, studiando e analizzando gli sviluppi passati dei quartieri urbani ai quali i principi di sostenibilità sono stati applicati così da imparare dall'esperienza esistente, successi o fallimenti che siano
- applicare e valutare il set di principi sufficienti, contestualizzandolo per essere migliorato.

Sul lungo termine il set di principi applicato potrebbe suggerire ulteriori miglioramenti significativi. Lo sviluppo di un insieme di principi completo e sufficiente per lo sviluppo del quartiere urbano sostenibile ha il potenziale di fornire una bussola per professionisti e scienziati, collegando il divario tra culture diverse, discipline e tra scienza e società per promuovere la sostenibilità delle aree urbane.

Ritornando alle problematiche, richiede particolare attenzione la gentrificazione ambientale (EG), fenomeno alla base dell'esclusione, dell'emarginazione e dello spostamento dei re-

sidenti, associato in molti casi alla pianificazione della sostenibilità e agli sviluppi "intelligenti". Comunità e urbanisti affrontano questi processi e confrontano le loro strategie, al fine di creare politiche complementari per gestire lo spostamento e l'esclusione. L'analisi letteraria indica la necessità di ulteriori ricerche su come gli attivisti possano meglio affermare le dimensioni sociali e politiche della sostenibilità e il diritto alla città. Nonostante la promessa della sostenibilità di fornire l'obiettivo tripartito della crescita economica, della qualità ambientale e della giustizia sociale (Brundtland, 1987), numerosi studi hanno dimostrato che gli sforzi economici tendono a rafforzare le relazioni di potere esistenti e offrire poco agli emarginati e alle popolazioni vulnerabili che trarrebbero il massimo vantaggio da un futuro sostenibile. Queste dinamiche di esclusione spesso avvengono nel contesto della pianificazione comunale. Il divario di "rendita" ambientale è centrale nel processo di EG (Bryson, 2013). In ambienti urbani, la contaminazione deprime i valori delle proprietà attraverso l'intrinseca indesiderabilità della vita sopra o vicino un sito inquinato (Bryson, 2013) e i valori delle proprietà aumentano nuovamente a seguito di bonifica ambientale (Gamper-Rabindran et al., 2011). Più recentemente, la gentrificazione è stata anche collegata a ciò che Anguelovski (2015) ha definito "*verde a livello locale*", ovvero gli usi di terra indesiderati (LULU), come la creazione di spazi verdi (Checker 2011), progetti di restauro dei parchi (Gould, Lewis 2012), infrastrutture di piste ciclabili (Lugo, 2015), sviluppo intelligente (Quastel, 2009; Tretter, 2013), e apertura di negozi di alimentari "sani" (Anguelovski, 2015a). Recentemente, i residenti, i membri della comunità e i sostenitori della giustizia sociale si sono preoccupati per i processi di EG che minacciano di allontanare i residenti di lungo periodo. Anguelovski (2015b) esamina le tattiche utilizzate dagli attivisti e identifica molteplici strategie, incluse le azioni collettive di quartiere e l'organizzazione della comunità. Attivisti e residenti si sono uniti per partecipare ai processi di pianificazione della città esprimendo le loro opinioni e sfidando le iniziative di riqualificazione che non sono coerenti con i bisogni della comunità. Essi tentano di influenzare l'esito dei processi di pianificazione legati alla bonifica ambientale, al ripristino, ai progetti ecologici per renderli più equi. Tutte queste organizzazioni svolgono un ruolo attivo nella costruzione di ricchezza della comunità e di sviluppo alternativo, nella formazione dei residenti vulnerabili in modo che possano continuare a vivere nei loro quartieri. Ne sono l'esempio le nuove partnership, tra organizzazioni no-profit, piccole imprese e residenti, che stanno facilitando la creazione di reti alimentari integrate mettendo insieme cibo, coltivatori, trasformatori alimentari, vendite al dettaglio, ristoranti, piccole società di gestione dei rifiuti e fondi di comunità: i membri della comunità lavorano insieme per affrontare problemi di sviluppo complessi, aumentare l'accesso a terreni a prezzi accessibili e prodotti freschi, offrire cibo più sano e contribuire a creare nuove iniziative imprenditoriali in materia di raccolta, gestione e smaltimento

dei rifiuti alimentari e non. Ad esempio, a Malmö, in Svezia, Fitzgerald e Lenhart (2015) hanno compreso che gli ecodistretti non erano associati alla gentrificazione perché gli urbanisti avevano un obiettivo esplicito: quello di includere alloggi a reddito medio-basso in tutti i distretti. Trasformazioni e miglioramenti dell'ambiente urbano dunque si intrecciano con processi che influenzano disuguaglianze sociali e ambientali e gentrificazione. Una ricerca su larga scala dovrebbe esaminare se le città più ecologiche sono in realtà meno eque razzialmente e socialmente, sono necessarie valutazioni approfondite per confrontare le città e determinare quali sono più simili e quali attuano gli ordini della sostenibilità e per quali ragioni. Solo così studiosi, attivisti e pianificatori potranno rispondere se e come anche le città verdi e sane possano essere "giuste" socialmente.

I vari strumenti di supporto decisionale utilizzati per valutare scenari di riqualificazione vengono applicati anche a scala di quartiere. L'approccio può essere usato anche per analisi di prossimità, ovvero riguardo la distribuzione delle distanze a piedi per le famiglie locali, e per tutti quegli indicatori sociali a cui dare conto. Il termine "indicatori sociali" è stato coniato da Raymond Bauer nella metà degli anni '60, da lì essi divennero il mezzo per determinare la qualità della vita, le misure di condizioni di vita e le aree di preoccupazione sociale, che interessavano soprattutto la scala di quartiere. Gli indicatori sociali erano originariamente destinati a valutare i progressi a livello regionale e nazionale, attualmente sono applicati anche a città e piccole comunità. L'Agenzia Europea dell'Ambiente definisce gli indicatori sociali come misure di progresso in termini dei seguenti obiettivi: promozione dell'occupazione, lotta alla povertà, miglioramento delle condizioni di vita e di lavoro, lotta all'esclusione e allo sviluppo delle risorse umane (SEE, 2015). Questa scala è comunemente usata nella ricerca di pianificazione urbana e in particolare per la pianificazione del rinnovamento urbano (Colantonio, Dixon, Ganser, Carpenter, Ngombe, 2009; Hayek et al., 2015; Rall, Haase, 2011). Gli indicatori sociali mirano a valorizzare le sfaccettature fisiche dell'ambiente costruito, come la zonazione (residenziale, commerciale, industriale), la disponibilità di spazi verdi, l'accessibilità alle strade, la percentuale di edifici storici e di servizi locali raggiungibili a piedi.

Una ricerca (Beames et al., 2018) basata sulla letteratura scientifica sul rinnovamento urbano e sostenibile ha identificato sei considerazioni chiave in particolare sull'impatto sociale (*Tabella 5*).

CATEGORIA	DESCRIZIONE	INDICATORI
Accessibilità e mobilità	Facilità con cui i membri della comunità sono in grado di raggiungere diverse località sull'area riqualificata, attraverso varie possibilità di trasporto	Implicito nell'analisi di prossimità
Salute e sicurezza della comunità	Preservare il benessere fisico dei membri della comunità, proteggendoli da rischi legati allo stato dell'ambiente locale e garantendo un adeguato accesso all'assistenza medica quando necessario	Distanza di viaggio dal dottore
		Distanza di viaggio dalla farmacia
Capitale umano	Fornire l'opportunità ai membri della comunità di acquisire le competenze, l'esperienza lavorativa e l'istruzione necessarie per consentire loro di partecipare al mercato del lavoro e aggiungere valore economico a un'attività	Distanza di viaggio dal lavoro
Coesione sociale	Sostenere una vita civile sana e funzionante, in cui determinanti sono le interazioni sociali, i legami interpersonali, la solidarietà comunitaria e il senso di appartenenza alla comunità tra i suoi membri	Distanza di viaggio dalla scuola
		Distanza di viaggio dagli spazi verdi
		Distanza di viaggio dai luoghi di incontro
Convenienza	Garantire che la comunità possa acquistare materiali di consumo quotidiani essenziali	Distanza di viaggio dai negozi
Estetica urbana	Configurazione spaziale del paesaggio fisico che limita le esperienze sensoriali negative	Non incluso

Tabella 5: Indicatori sociali

Tutti gli indicatori sono normalizzati in percentuale così da consentire un confronto con i valori del sito prima della riqualificazione. I risultati vengono quindi ponderati, normalizzati, confrontati con una scala di riferimento che rappresenta una soglia minima, un valore medio nazionale per poi essere valutati individualmente. Anche in questo caso l'approccio tiene conto del Sistema di Informazione Geografica (GIS). Alcune delle categorie sopra citate sono dipendenti e in relazione: ad esempio "Accessibilità e mobilità" è considerato implicitamente misurando la distanza dalle amenità, i miglioramenti nell'infrastruttura di trasporto, il maggiore accesso alle amenità locali in termini di riduzione della distanza; "Salute e sicurezza della comunità" si concentra sull'esposizione alle emissioni di traffico, direttamente connessa alla prossimità alle autostrade e alle zone ad alto traffico (Newman, 1999; Romano, Ercolano, 2013), alti volumi di traffico e di velocità poi comportano maggiori incidenti stradali (Loukaitou-Sideris, 2006; Southworth, 2005), motivo per cui ridurre la dipendenza dalle automobili e rendere le aree urbane percorribili porta inevitabilmente a una diminuzione del rischio associato agli incidenti pedonali. Altro esempio è la "Coesione sociale", ultima categoria d'impatto considerata, che include indicatori di accessibilità alle aree che supportano l'interazione sociale e forniscono un senso del posto tra i membri della comunità (Ryan, 2011; Stedman, 1999), anche lo spazio verde è incluso nell'ambito, in quanto offre opportunità ricreative e potenziale interazione sociale, sebbene supporti anche "Estetica urbana" (Freeman, 1999; Herbst, Herbst, 2006; Nohl, 2001; Philipp, 2001; Phillips, Stein, 2013; Smardon, 1988). L'approccio presentato consente confronti basati sulla distanza e dati concreti, che possono essere quindi facilmente compresi dalle parti interessate e dagli esperti allo stesso modo. L'utilizzo di indicatori spazialmente espliciti fornisce i dettagli necessari per un processo decisionale informato.

Ad ogni modo, gli indicatori costruiti per ogni quartiere devono tenere conto di alcune caratteristiche rilevanti per la stesura degli stessi:

- dimensione del lotto: blocchi più grandi offrono opportunità per una maggiore flessibilità di progettazione, consentendo lo sviluppo di più unità
- età degli edifici: l'età può essere associata alla condizione e al valore del miglioramento del capitale di una proprietà
- frontage: la facciata è considerata un fattore significativo di riqualificazione
- Indice di Potenziale Riqualificazione (Newton, 2011), calcolato dividendo il valore fondiario non valorizzato di una proprietà per il suo valore di miglioramento del capitale
- efficienza di sviluppo: il rapporto tra il numero di abitazioni su una proprietà rispetto al numero che potrebbe essere sistemato in base alla densità massima che può essere raggiunta
- zonizzazione: le aree che consentono densità di abitazione più elevate sono maggiormente in grado di accogliere lo sviluppo di nuove tipo-

logie e di migliorare l'efficienza economica, la vivibilità, la sostenibilità e il rendimento
- terra libera: come opportunità per un nuovo sviluppo, in quanto non occupata dall'impronta di un edificio
- area sensibile: indica se una proprietà si trova o meno su un terreno sensibile o se occupa un'area riconosciuta come patrimonio, se così fosse la riqualificazione potrebbe essere più complicata.

Altri indicatori di cui tenere conto sono quelli demografici, per identificare aree con grandi proporzioni di giovani famiglie, e gli attributi di posizione, indicatori che riflettono l'ambiente circostante e il contesto di un'area. Gli attributi di localizzazione sono importanti da considerare per la riqualificazione in quanto tengono conto dei mezzi di trasporto e possono adattare strategie distinte sulla base della vicinanza a beni sociali chiave, come scuole e ospedali. Questi aspetti possono avere implicazioni per il tipo di segmento di mercato, le tipologie abitative e le combinazioni abitative che potrebbero essere richieste.

Gli indicatori di localizzazione generalmente sono i seguenti:
- vicinanza ai centri: distanza lineare dal quartiere più vicino e dal centro città
- vicinanza alle scuole (istituti di istruzione primaria, secondaria e terziaria)
- vicinanza alla stazione ferroviaria
- prossimità alla fermata del bus, importante per contribuire all'accessibilità e alla sostenibilità attraverso un minore uso dell'automobile, in particolare per famiglie a basso reddito
- vicinanza alla strada principale, per il potenziale sviluppo di corridoi di attività e zone residenziali ad alta densità
- distanza dai parchi, in quanto opportunità ricreativa
- densità relativa: quartieri meno densi potrebbero avere maggiore pressione per la riqualificazione nel futuro prossimo
- camminabilità: indicatore composito costituito dall'indice *land-use mix*, dall'indice di connettività della rete stradale e dal calcolo della densità residenziale netta, importante perché correlata a maggiori benefici per la salute grazie all'attività fisica.

In conclusione, la progettazione urbana sostenibile è una delle principali sfide delle città europee e, al fine di sviluppare progetti realistici e ambiziosi, la scala del vicinato è considerata la più appropriata. A questa scala infatti, i progetti possono seguire una visione urbana più ampia per la città e, allo stesso tempo, adattarsi alle specificità degli edifici e degli abitanti esistenti. Pertanto, progetti urbani di rinnovo a scala di quartiere sembrano necessari per uno sviluppo urbano sostenibile. In questo contesto, l'adozione di un approccio valutativo che offra un supporto decisionale appare rilevante per contribuire all'ottimizzazione dei progetti di rinnovamento. Il rinnovamento urbano è inteso come il processo di trasformazione

del tessuto urbano in un processo continuo e autonomo. In altre parole, il tessuto urbano esistente si evolve attraverso specifici interventi guidati dalle opportunità e dai bisogni dei suoi abitanti, utenti, *stakeholders* pubblici e privati. In questo senso, la diagnosi di quartieri esistenti seguiti dalla creazione di scenari è un valido metodo prospettico per sviluppare visioni a lungo termine (Courson, 1999). In questo caso, gli scenari sono progetti urbanistici che offrono visioni per uno stesso sito. Va riconosciuto che i rinnovamenti urbani sostenibili sono operazioni complesse (Hulsbergen, Stouten, 2001), implicano la considerazione di una moltitudine di parametri relativi ad ambiente, società ed economia. Per affrontare questa sfida, è possibile promuovere un approccio valutativo che mostri punti di forza e punti deboli, senza fornire soluzioni pronte. Pertanto, la valutazione è una componente importante per lo sviluppo e una metodologia su misura è richiesta. La valutazione risulta utile soprattutto per affrontare le minacce, superare gli ostacoli e raggiungere l'obiettivo. Il primo ostacolo da superare riguarda il settore finanziario e i domini di *governance*: il primo obiettivo è quindi quello di garantire la redditività e la fattibilità del progetto di rinnovamento urbano. Per raggiungere questo primo obiettivo, il progetto dovrebbero integrare diversi soggetti interessati e abitanti, essere in conformità con le leggi vigenti e cercare l'equilibrio delle finanze pubbliche in una prospettiva a lungo termine. Un secondo obiettivo per il rinnovamento dei quartieri è quello di fornire alloggi a tutti i residenti e rimuovere il pericolo di gentrificazione: questo significa, non solo offrire alloggi a prezzi accessibili sul mercato, ma anche ampliare le tipologie disponibili di alloggio per rispondere alle diverse preferenze degli abitanti (Thomas, 2011). Terzo obiettivo per il rinnovamento sostenibile dei quartieri esistenti è quello di bilanciare la fornitura di spazi contribuendo allo sviluppo di una *mixed-use land*; il quarto riguarda le risorse, oggetto di razionalizzazione; il quinto è quello di migliorare l'ambiente locale in generale e infine, sesto obiettivo è quello di favorire un equilibrio tra densità costruita e qualità urbana. In tutto questo vanno comunque fatte alcune considerazioni più concrete riguardanti la fattibilità del progetto di rinnovamento urbano, il rifornimento di alloggi al maggior numero possibile di abitanti, il bilancio dell'offerta di posti di lavoro, l'effettivo risparmio di risorse energetiche e la promozione di un equilibrio tra densità e qualità urbana.

Per la valutazione del quartiere San Salvario l'analisi è stata condotta nel seguente modo:

- analisi del contesto spaziale del quartiere
- diagnosi della situazione esistente
- riconoscimento dell'identità degli elementi spaziali del vicinato (spazi pubblici, negozi, edifici, ecc.)
- inclusione di indicatori qualitativi e quantitativi
- valutazione continua dalla diagnosi al completamento (Roberts, Sykes, 2000)
- adozione di un approccio dinamico, considerando che il quartiere si evolve continuamente
- adozione di un approccio basato sul confronto

di scenari diversi (Bertrand, Vanoni, Depresle, Joutard, 2008)
- rappresentazione dei risultati.

Obiettivo della valutazione è quello di far emergere i punti di forza e le debolezze di un oggetto, identificare l'intervento migliore, secondo valori predefiniti e considerando sempre che i progetti di rinnovamento sono visioni urbanistiche a lungo termine. Poiché il quartiere è in continua evoluzione, non basta cioè analizzare i progetti di rinnovamento urbano rispetto al quartiere esistente ma fare uno studio che guardi oltre, analizzare cioè anche l'evoluzione spontanea. La diagnosi del quartiere esistente viene fatta guardando la reale situazione, ma la progettazione deve tenere conto dell'evoluzione prevista nei prossimi trenta o cinquant'anni, seguendo le tendenze attuali. Le regole utilizzate sono quindi: conservare punti di forza e opportunità, affrontare le debolezze e prepararsi per le sfide, mantenere gli obiettivi di sostenibilità, mai deprezzare (un progetto con un rendimento peggiore non può essere valutato come accettabile). La realizzazione di piani partecipativi, seppur generando opinioni contrastanti, aumenta le capacità dei pianificatori di risolvere i problemi urbani. L'inclusione dell'opinione pubblica può quindi, non solo aiutare i cittadini a condividere la loro idea sui piani urbani, ma aiutare anche i pianificatori (Stillwell et al., 1999). Nelle sezioni che seguono, verranno presentati una serie di casi studio di *ecodistricts* realizzati, in fase di realizzazione o formulati in modo teorico. Lo studio di quanto già formulato consente di comprendere come le proprietà locali e le culture differenti influenzino la scelta degli indicatori di cui tenere conto, questione importante per poter procedere con l'analisi del caso studio, il quartiere San Salvario di Torino. La rassegna dei casi è stata divisa in tre sezioni, Mondo, Europa e Italia, suddivise a loro volta in altre micro-sezioni.

1.2.1 Casi studio nel Mondo

Gli sforzi per costruire a scala di quartiere con alternative di sviluppo sostenibile risalgono agli anni '70 in Europa e negli Stati Uniti. Il 2006 è stato però un anno di svolta, in cui la popolarità degli ecodistretti è aumentata rapidamente. Oggi questi sono diventati telaio dominante usato per orientare la costruzione di nuovi pezzi di città in crescita nei Paesi americani, nordafricani, asiatici e australiani. Nonostante numerosi sforzi di standardizzazione, il campo dell'*ecourban* richiede una comprensione interculturale coerente che tiene conto di specifici aspetti economici, politici, ecologici e sociali soprattutto nelle grandi metropoli, in cui si intersecano culture e ideali differenti. I progetti di quartiere rispondono anche a sfide strettamente locali e opportunità di esprimersi in modi frammentati in diversi contesti e in diverse culture. La ricerca di Joss et al. (Joss, Cowley, Tomozeiu, 2013) documenta l'esistenza di 178 politiche e iniziative per far progredire la pratica degli ecodistretti. Più di 100 governi municipali in Cina stanno proponendo di costruire eco-città, molte

delle quali nella periferia urbana. La ricerca di Criterion Planners (Criterion Planners, 2014), pubblicata nel Settembre 2014, ha documentato 54 diversi strumenti utilizzati per un totale di 22 Paesi per valutare le caratteristiche di sostenibilità e le prestazioni di diversi progetti di ambiente edificato sostenibile. Come strumento di pianificazione, progettazione e disposizioni tecnologiche per vivere, di recente, lo sviluppo di quartieri rivitalizzati sta dimostrando una rapida crescita di popolarità. Essendo un fenomeno di portata mondiale, ora in molti Paesi in tutto il mondo è il momento utile per esaminare le motivazioni per il perseguimento di questi progetti, per analizzare la schiera di attori coinvolti e le tendenze. Gli sviluppi richiedono il cambiamento dei modi di vita urbani: densità più elevate, rivitalizzazione di siti dismessi, mixitè, scoraggiamento dell'uso di automobili private e conseguente potenziamento del trasporto pubblico, autosufficienza locale per quanto riguarda cibo, energia, acqua e rifiuti. La ricerca di Meg Holden, Charling Li e Ana Molina del 2015 (Holden, Li, Molina, 2015) ha rivelato 420 progetti di quartieri che si adattano a quanto detto in tutto il mondo (74 negli Stati Uniti, 27 in Canada, 15 in Sud America; 195 nell'UE; 95 in Asia e nel Medio Oriente; 8 in Australia e Nuova Zelanda). Circa il 10% di questi progetti sono completati, il restante 90% è in fase di progettazione o costruzione. Gli stessi autori stimano di aver individuato solo l'80% di queste iniziative in tutto il mondo. Tale revisione interessa ricercatori, professionisti e politici, in quanto consente di valutare il grado di progresso nello sviluppo di *ecodistricts*, la loro diversità e le loro implicazioni.

Anche nelle grandissime metropoli americane, nordafricane, asiatiche e australiane, dunque, gli ambienti urbani hanno avuto bisogno di sviluppi sostenibili e di edifici verdi: la loro ricerca di soluzioni a problemi economici, ambientali e sociali si è spesso concretizzata nella riqualificazione o nella progettazione di nuove aree che rispondono agli standard di sostenibilità. Nelle grandi città, residenti e imprese si uniscono ai funzionari e ai fornitori di servizi di pubblica utilità per raggiungere i loro obiettivi. La letteratura recente ha inoltre sostenuto che il concetto in queste realtà è legato soprattutto al contrasto di conseguenze inaspettate in termini di distribuzione ineguale di risorse sociali, economiche e ambientali tra i cittadini (Isenhour et al., 2015) e disuguaglianze spaziali (Dale, Newman, 2009). Le indagini sulle implicazioni sociali delle politiche urbane per la sostenibilità sono state ampiamente sviluppate in particolare in Nord America e in Asia. In Canada e negli Stati Uniti è stata prestata particolare attenzione ai processi emergenti di gentrificazione ecologica in diverse città globali favorite dal rinnovamento urbano verde (Checker, 2011; Lewis, Gould, 2016). La gentrificazione in questi casi infatti rappresenta uno dei più ovvi risultati negativi della sostenibilità urbana, combinando aspetti di modernizzazione ecologica e crescita neoliberale urbana (Keil, 2007). In realtà, durante l'ultimo decennio, la sostenibilità è stata un marchio efficace per le città che com-

petono nell'arena globale, soprattutto in termini di capacità di attrarre investimenti, eventi internazionali, lavoratori altamente qualificati, turisti e studenti (Kavaratzis, 2004). Le azioni positive sono state intraprese non solo in termini di competitività economica tradizionale, offrendo capacità, servizi, infrastrutture e logistica avanzate, ma anche rendendo la città attraente per lavoratori ed esperti altamente qualificati (Markusen, Schrock, 2006). Opportunità di svago, servizi artistici e culturali, qualità della vita e un ambiente verde, si adattano ai gusti della nuova élite professionale (Musterd, Murie, 2010). In particolare, per quanto riguarda lo sviluppo urbano, David Gibbs e Rob Krueger (2007) hanno notato una forte correlazione tra le città americane che hanno prosperato nella "*nuova economia*" e quelle che hanno adottato politiche di sostenibilità. Molti interventi orientati alla sostenibilità, come l'aumento delle aree verdi pubbliche e la diminuzione del traffico e della congestione stradale, o la promozione di sistemi energetici verdi e modalità alternative di riciclaggio, possono essere considerati fattori nell'attrazione di turisti e investitori. Molti eventi internazionali, come esposizioni e conferenze mondiali, sono stati assegnati da comitati internazionali in conformità con i criteri di sostenibilità dei progetti. Tuttavia, in gran parte degli Stati Uniti e del Canada, queste strategie hanno anche contribuito a un aumento dei costi abitativi nel centro urbano, favorendo appunto i processi di gentrificazione e limitando l'accessibilità ad alcune risorse (infrastrutture fisiche e sociali, servizi, aree verdi rinnovate, ecc.) per i gruppi sociali più svantaggiati. Le conseguenze sociali del rinnovamento urbano verde e delle nuove aree di sviluppo urbano guidate da principi sostenibili sono state invece meno investigate nelle città europee (Keil, 2007). L'argomentazione principale è che è necessario considerare le trasformazioni che influenzano le relazioni tra il rinnovamento urbano verde e le mutevoli strutture socio-economiche delle città con una particolare sensibilità legata al contesto. Anche Asia e Medio Oriente richiedono uno speciale focus rispetto all'emergere dello sviluppo di nuove eco-città. In particolare, la Cina ha dimostrato una significativa volontà politica e ha impiegato risorse economiche nello sviluppo di progetti di ecodistretti di nuova costruzione, riflettendo gli obiettivi del governo cinese di costruire una società armoniosa in cui sostenibilità ambientale e stabilità sociale si rafforzano a vicenda. Tuttavia, le città asiatiche devono fare molta attenzione al concetto di "eco", che seppur sembra significare la costruzione di una città ecocompatibile per i suoi abitanti, filtrandola e proteggendola attraverso posti altamente tecnologici all'interno dei quali la vita urbana può essere resa pulita, sana e confortevole, spesso diventano aree di auto-segregazione per un'élite (Caprotti, 2014).

Gli ecodistretti, che integrano edifici verdi e infrastrutture intelligenti, in questi Paesi sono stati stabiliti perlopiù all'interno di aree di riqualificazione, campus o quartieri esistenti di aree dismesse, come ex appezzamenti industriali, vecchie industrie lungomare, ma anche quartieri "stanchi"

dei centri città che hanno bisogno di innovazione. La letteratura è ricca di casi studio, verranno però solamente presentati quattro casi significativi dei quattro continenti (America, Africa, Asia, Australia). Quello che è apparso interessante è stato apprendere come alla configurazione delle grandi metropoli, di gran lunga diversa da quelle dalle città europee, ne consegua un tipo di approccio differente rispetto a quello a cui si è abituati, nonostante le prerogative e gli obiettivi siano pressoché gli stessi. Altra questione rilevante riguarda poi i moltissimi istituti che sono stati fondati dalle principali città, finanziati più o meno da grandi fondazioni, che sono nati con l'obiettivo di sensibilizzare una porzione, quanto più grande possibile, di popolazione, per nulla paragonabile ai numeri europei. Un esempio è l'Istituto EcoDistricts, in cui i leader di Austin, Bellingham, Boston, Charlotte, Cleveland, Guadalajara, Mountain View, Philadelphia, San Francisco e Vancouver si sono riuniti all'Ecotrust di Portland e hanno organizzato un incontro per esaminare progetti di sviluppo in ciascuna di queste città. I leader municipali e aziendali devono trovare modi efficaci per riutilizzare i quartieri, per sfruttare le crescenti tendenze dell'urbanizzazione e l'economia in evoluzione che premia la conoscenza e l'innovazione. Altro esempio è il Consiglio australiano per l'ambiente sostenibile (ASBEC, *Australian Sustainable Built Environment Council*), un'organizzazione di volontariato in Australia composta di associazioni industriali e professionali, organizzazioni non governative e osservatori governativi coinvolti nella pianificazione, progettazione, consegna e gestione dell'ambiente edificato e preoccupati dell'impatto sociale e ambientale di questo settore. Queste organizzazioni forniscono di fatto un forum e un'opportunità per i diversi gruppi coinvolti nell'ambiente costruito di trovare un terreno comune, discutere le questioni controverse e sostenere i propri prodotti, politiche e iniziative di sostenibilità. I membri appartenenti a questi istituti impegnano tempo, risorse ed energia per sviluppare opportunità pratiche per un ambiente costruito più sostenibile. Molti altri sono gli esempi di organizzazioni fondate, che talvolta includono gli stessi residenti, o sono formate da professionisti che si impegnano attraverso il volontariato, e sono dimostrazione di come la questione sostenibilità sia fortemente radicata in queste realtà.

Gli esempi di seguito descritti sono rappresentativi di come a un salto di scala, in termini di superficie e popolazione, corrisponda un approccio lontano dalle pratiche europee. Ognuno si concentra in particolar modo su alcuni criteri, non considerandone altri, in base alle esigenze del luogo. L'insieme dei criteri è composto da:

- Mix-funzionale (residenziale, commerciale, terziario)
- Superficie verde
- Gestione dell'acqua
- Gestione dei rifiuti
- Depotenziamento dell'auto privata
- Sostenibilità economica
- Materiali ecocompatibili
- Energia da fonti rinnovabili

Grow Community

LOCALITÀ: Seattle, Stati Uniti, America
PROGETTISTA: Società Asani + Davis Studio Architecture
SUPERFICIE: 8 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: In fase di realizzazione
CRITERI:

L'ecoquartiere Grow Community, sviluppato dalla società Asani e dall'architetto Jonathan Davis, sorge sull'isola di Bainbridge, a 35 minuti di traghetto dal centro di Seattle, nelle vicinanze di un importante sobborgo green, il Carbon Neutral zHome (zero energy Home). Il progetto si estende su una superficie pari a otto ettari di terreno e comprende circa cinquanta unità abitative unifamiliari destinate alla vendita e più di ottanta plurifamiliari destinate alla locazione, tutte incentrate su spazi verdi condivisi e giardini comunitari, spazi commerciali ed un edificio ad uffici. Gli obiettivi del progetto sono due: creare una comunità che migliori la qualità della vita dei suoi residenti, dimostrare che le case ad energia zero, costruite con materiali sostenibili, possono essere replicabili su larga scala a prezzi accessibili. Grow Community è un quartiere progettato per un mix di residenti, con una gamma di planimetrie ideali per famiglie, giovani e anziani. Recentemente sono stati completati solamente i primi tre edifici degli oltre cento previsti. La comunità sarà interamente alimentata da energie rinnovabili, tutte le abitazioni saranno infatti dotate di impianti fotovoltaici, così da

minimizzare, se non annullare completamente, il fabbisogno energetico dell'intero quartiere, e di pannelli solari per l'acqua sanitaria. A questi due sistemi si aggiunge inoltre un impianto di climatizzazione con recupero di calore e pannelli radianti a pavimento. Le strutture sono state pensate secondo un sistema di prefabbricazione in legno ed acciaio, che consente l'accelerazione dei tempi di costruzione e la riduzione di sprechi e consumi, fornendo al tempo stesso benessere indoor, abitazioni efficienti, orientate per poter godere di una perfetta illuminazione naturale. Oltre al risparmio sul prezzo di vendita, va aggiunto il risparmio annuale legato al consumo di energia. L'ecoquartiere perdipiù offre orti urbani messi a servizio dell'intera comunità, una rete di percorsi ciclabili e pedonali, car sharing elettrico alimentato a energia solare e un sistema efficace di trasporto pubblico, con l'obiettivo di ridurre la dipendenza dalle automobili. (https://www.architetturaecosostenibile.it)

Les Hopitaux

LOCALITÀ: Casablanca, Marocco, Africa
PROGETTISTA: Maison Edouard François
SUPERFICIE: 5 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: In fase di realizzazione
CRITERI:

Il progetto è stato ideato dallo studio francese Maison Edouard François e prevede la realizzazione di quattro grattacieli, tre torri residenziali e una a uffici, dove fiorenti viti creano una serie di giardini verticali colorati e suggestivi: è il primo sviluppo verticale di questo tipo nel Paese. Gli edifici diventano torri organiche, dove l'architettura gioca con i colori, distinguendo le facciate degli uffici con bouganville multicolore e quelle degli alloggi con gelsomini, bouganville bianchi e un vitigno autoctono. L'intervento, situato nel quartiere di Les Hopitaux, si estenderà su una superficie di circa cinque ettari e verrà ultimato nel 2019. Le torri residenziale in fase di costruzione si sviluppano su sedici piani attrezzati di balconi avvolgenti, che contribuiscono a creare l'effetto di una sorta di cortina colorata, una volta che le piante attecchiranno, il blocco di uffici invece si sviluppa per un'altezza di dodici piani. Il nuovo ecoquartiere ad uso misto comprenderà anche edifici residenziali più bassi, spazi pubblici al piano terra degli edifici e un parcheggio sotterraneo. Trattandosi di un'area con condizioni climatiche caratterizzate da temperature piuttosto calde, particolare attenzione è posta anche alla progettazione delle specie verdi: nell'area più distante infatti saranno piantati alberi e cespugli per separare le torri dai bassi edifici residenziali, creando una sorta di spazio buffer e spazi di ombra. Come in molti altri progetti della zona, anche qui i giardini saranno il cuore del nuovo quartiere, a testimonianza della cultura del verde che questi popoli hanno. Il grande e fitto parco di Anfa nasconderà i quattro edifici con facciate vegetali, creando simpatici giochi mimetici e di colore con la natura circostante. (https://www.architetturaecosostenibile.it, http://www.lastampa.it)

Linked Hybrid

LOCALITÀ: Pechino, Cina, Asia
PROGETTISTA: Steven Holl Architects
SUPERFICIE: 6,2 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2009
CRITERI:

Il nuovo centro residenziale, adiacente alle mura della città vecchia di Pechino, è stato progettato da Steven Holl Architects e comprende circa 650 appartamenti, spazi commerciali e comuni di vario tipo, edifici educativi, ricreativi e aree verdi. L'obiettivo è quello di contrastare gli sviluppi urbani, creando uno spazio poroso, aperto. Il complesso, costituito da torri collegate da otto ponti sospesi, sede di varie funzioni pubbliche, è stato nominato nel 2009, dal CTBUH (*The Council on Tall Buildings and Urban Habitat*), come "*Best Tall Building*". Le torri sono caratterizzate da una geometria ben precisa e racchiudono al loro intorno oltre 220 mila metri quadrati permeabili e fruibili da tutti i cittadini. Molto interessante è l'idea degli architetti di aprirle a residenti e visitatori non solo al piano terra, come avviene solitamente, ma anche nei piani alti e in particolare tra il dodicesimo e il diciottesimo piano, tramite passerelle che attraversano i luoghi pubblici, quali piscina, palestra, auditorium e galleria. Il Linked Hybrid, al di là dell'affascinante composizione architettonica, è un progetto innovativo in termini di sostenibilità ambientale, in quanto si tratta di uno dei primi progetti di queste dimensioni a impiegare sistemi geotermici, che consentono un significativo risparmio sul riscaldamento a pavimento ed il condizionamento a soffitto. Le coperture a livello intermedio e nella parte superiore inoltre sono state trasformate in spazi verdi tranquilli per i condomini, uno spazio per lo svago che garantisce al tempo stesso un buon isolamento. Infine, il terreno ricavato dagli scavi per il parcheggio sotterraneo è stato riutilizzato per creare una grande area verde pubblica. Il Linked Hybrid è dunque un esempio di *ecodistrict* risolto all'interno di un solo edificio. (https://www.architetturaecosostenibile.it, https://www.archdaily.com)

Barangaroo

LOCALITÀ: Sidney, Nuovo Galles, Australia
PROGETTISTA: Grocon + Aqualand + Scentre Group
SUPERFICIE: 22 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: In fase di realizzazione
CRITERI:

Barangaroo è un ecodistretto della città di Sidney, la cui progettazione ha posto particolare attenzione alla gestione dell'acqua, grazie ad un impianto delle acque reflue, e al risparmio di energia elettrica. Le priorità dei criteri di intervento nascono dalle necessità dell'area, il quartiere vuole rispondere a una delle maggiori problematiche dell'Australia: la domanda sempre più alta di acqua, legata ad una crescita smisurata della popolazione e alla

riduzione delle precipitazioni. Il progetto si estende su una superficie di oltre venti ettari e comprende edifici ad uso residenziale e soprattutto edifici per uffici e locali commerciali, in cui più di 23.000 persone vi lavorano ogni giorno. L'obiettivo del progettista e del gruppo immobiliare responsabile della sua costruzione è quello di fare di Barangaroo uno dei più grandi ecodistretti nel mondo in termini di dimensioni, che avesse naturalmente un'impronta ecologica positiva e che diventasse ispirazione per la progettazione responsabile di altri edifici della città, una sorta di laboratorio di sostenibilità. Il sistema di riciclo delle acque del distretto consente di esportare più acqua sotto forma di acqua potabile di quanta ne viene raccolta dalle piogge. Il complesso sistema è costituito da una rete elettrica, un impianto di trattamento e riciclaggio delle acque e una rete di raffreddamento e consente di esportare oltre un milione di litri di acqua potabile, di cui solo la metà circa necessari per un utilizzo quotidiano per gli usufruitori del nuovo distretto e i restanti inviati ad altre parti della città. Barangaroo è uno dei soli 19 progetti in tutto il mondo che partecipano al *Cities Climate Positive Development Program*, che richiede quattro requisiti chiave: riduzione dell'energia utilizzata, riciclo dell'acqua, gestione responsabile dei rifiuti, benessere per la comunità. Per fare questo, l'intervento include infrastrutture centralizzate, reti elettriche integrate, impianti di trattamento delle acque riciclate e generazione di energia rinnovabile in loco. Ogni edificio poi ha fissato obiettivi annuali per le emissioni, la riduzione dei rifiuti di costruzione, la piantumazione di piante autoctone, l'utilizzo di acqua riciclata per usi secondari, l'incoraggiamento di rivenditori e fornitori ad evitare imballaggi, la riduzione di sprechi e l'offerta di scelte alimentari sane prodotte localmente, l'accesso a passeggiate, percorsi ciclabili che promuovano anche uno stile di vita sano. (https://www.architetturaecosostenibile.it, https://www.barangaroo.com)

1.2.2 Casi studio in Europa

Molte delle città europee di maggior successo hanno implementato gli ecodistretti, offrendo molte lezioni per la pianificazione generale della sostenibilità. Dall'analisi dei casi studio raccolti dalla letteratura, si comprende quanto pianificatori e funzionari eletti abbiano imparato dall'attuazione di ecodistretti pilota, concentrandosi sulla sperimentazione di nuove tecnologie e approcci alla pianificazione. In questo campo, diverse città europee sono considerate leader. Nel 2008, la Commissione Europea ha lanciato il patto per cui i firmatari concordavano di raggiungere e superare l'obiettivo UE di una riduzione del 20% delle emissioni di gas serra (dai livelli del 1990) entro il 2020. Diverse città europee si sono concentrate sui cambiamenti climatici ben prima del 2008 però e di conseguenza hanno fatto significativi progressi nella riduzione delle emissioni. In particolare, i successi di Stoccolma, Malmö, Friburgo, Copenaghen e molti altri sono stati ampiamente considerati come progetti pilota. Una pratica che ognuna di queste città ha in comune è lo sviluppo di un quartiere ecologico, un quartiere nuovo o di riqualificazione che affronta la mitigazione del

clima e l'adattamento con strategie di pianificazione sostenibile, impiegando tecnologie all'avanguardia, quali verde in costruzione, infrastrutture intelligenti ed energia rinnovabile per creare sostenibilità, resilienza e quartieri inclusivi. La necessità di città più sostenibili era ed è oggi un punto chiave dell'agenda urbana dell'UE. Sebbene l'attenzione all'inclusione sociale, specialmente nelle aree urbane più svantaggiate, costituisca un pilastro importante di questa strategia, manca comunque una valutazione chiara degli impatti sociali dei programmi di sostenibilità. L'Unione Europea è tuttora fortemente impegnata a promuovere diversi programmi per rendere le città rispettose dell'ambiente, competitive nel mercato globale e orientate all'inclusione sociale. Tuttavia, questi obiettivi sembrano essere difficili da raggiungere allo stesso tempo e la sostenibilità può anche essere descritta come un pezzo di retorica (Baker, 2006; Boström, 2012). Molte sono state le critiche al concetto di sostenibilità mosse ai Paesi europei, rispetto alla vaghezza e all'inapplicabilità del termine. In sostanza, i Paesi sono stati accusati di promuovere una sorta di competitività verde nell'economia di mercato, mentre il pilastro sociale del concetto è entrato nell'agenda politica in misura molto più limitata (Dillard, Dujon, King, 2009). Gli argomenti relativi alla disuguaglianza sociale, alla giustizia e all'inclusione sono stati meno integrati in studi che considerano la sostenibilità (Boström, 2012) e sostituiti da concetti più intangibili e meno misurabili come identità, senso del luogo e benefici dei social network (Colantonio, 2008).

I contributi più rilevanti, in termini di progettazione di nuovi scenari energetici, sociali e sostenibili, arrivano dai paesi del nord Europa, in particolare dai paesi scandinavi e dal Regno Unito, ma anche Germania, Francia, Austria e altre nazioni europee hanno rappresentato "*un deciso superamento della fase sperimentale, un approccio innovativo prima circoscritto a progetti pilota di piccole dimensioni che hanno poi visto concretizzazione*" (Losasso, D'Ambrosio, 2012) nella realizzazione di *eco-city*. I programmi di rigenerazione che hanno preso avvio in questi Paesi hanno interessato interventi soprattutto residenziali in "*risposta al problema dell'identità dei nuovi insediamenti e delle politiche ambientali e sociali*" (Losasso, D'Ambrosio, 2012). Progettisti e amministratori comunali hanno dimostrato particolare interesse verso l'abitazione sociale, integrando le politiche dell'alloggio sociale all'interno dell'insieme di azioni a sostegno delle politiche di *welfare*. Nella maggior parte dei casi questi alloggi interessano categorie ristrette di beneficiari, individuabili nelle fasce deboli della popolazione, quali famiglie con reddito basso o nuovi nuclei, anche attraverso quote riservate di attribuzione. La grande diffusione di queste politiche si riscontra generalmente nei paesi scandinavi, mentre nell'area mediterranea ha un ruolo secondario, talvolta irrilevante (Baldini, 2010). L'obiettivo delle strategie attuate o in fase di attuazione è quello di offrire soluzioni che possano diventare un modello per il futuro della città europea, progetti pilota riproducibili e portatori di innovazioni significative e tangibili nel campo edilizio, urbano e tecnologico. Fra gli esempi più importanti riconosciuti dalla lette-

ratura rimangono: i quartieri Bo01 a Malmö, Hammarby Sjöstad a Stoccolma, Greenwich Millennium Village (GMV) a Londra, Ørestad a Copenhagen e molti altri, in seguito brevemente analizzati.

Come accade negli interventi dei continenti precedentemente esaminati, anche le esperienze europee si localizzano perlopiù in aree libere o dismesse, in cui, attraverso una pianificazione sostenibile, rispondono all'urgenza di mixité morfologiche, funzionali e spaziali. I progetti diventano espressione degli indirizzi strategici che l'Unione Europea ha manifestato, con la finalità di concretizzare tutti quei temi discussi nelle normative nazionali con le Direttive UE del 2002 e del 2010, i cui obiettivi di sostenibilità ambientale, sociale, di innovazione tecnologica, uso consapevole delle risorse, nonché riduzione di consumi ed emissioni nocive si proiettano nel 2020-2050. L'imposizione delle Direttive ha trovato risposta in interventi non solo architettonici, limitati al singolo edificio, ma anche e soprattutto a livello urbanistico che, seppur con alcune questioni tuttora non risolte, costituiscono comunque esiti positivi e ben riusciti in Europa (Losasso, D'Ambrosio, 2012). Gli interventi realizzati hanno spesso riguardato risposte risolutive al problema del rapporto centro-periferia, alla tematica della marginalità periferica, che tuttavia non riguarda banalmente la sola distanza fisica dal centro città né tantomeno la limitatezza della qualità architettonica, piuttosto si intende contrastare la rarefazione e la mancanza di organizzazione della vita associata, facendo in modo da non generare "distretti-dormitorio" e prospettando la stessa vitalità ed efficienza dei grandi centri (Rossi, 1975). La volontà di rispondere agli obiettivi di sostenibilità e di creare progetti riproponibili in altre aree, ha portato i progettisti a indirizzare le loro scelte, riguardo i tracciati viari, le tipologie edilizie e gli spazi pubblici, verso la ripetizione di spazi, l'edilizia seriale, le gerarchie, riconducendoli a specifici tipi di insediamenti "*nel tentativo di superare dialetticamente la contraddizione della città contemporanea in cui caratteri e leggi della realtà confliggono con i processi di trasformazione dettati dalle esigenze economiche di valorizzazione degli investimenti*" (Losasso, D'Ambrosio, 2012).

Il continente è stato diviso nei quattro versanti, consentendo anche di comprendere come le differenze siano legate a questioni culturali. Partendo dunque dal Nord Europa, si procede con una rassegna di casi studio, ognuno dei quali si concentra su determinati aspetti, in base alle caratteristiche intrinseche del territorio e a quelle legate a questioni culturali. Sono stati scelti solamente i casi ritenuti più significativi, in quanto la letteratura offre una grande quantità di interventi, mostrando ulteriormente il grande impegno dimostrato da questi Paesi.

Europa Settentrionale

Le esperienze nord-europee sono caratterizzate da alcuni tratti comuni, alla base dei quali vie è l'intenzione delle committenze pubbliche di affrontare e risolvere il medesimo tema, ovvero quello della crescita urbana, rispondendo al tempo stesso ai principi di sostenibilità, attraverso la progettazione di parti urbane di maggiore ampiezza e complessi-

tà rispetto alla concezione dei quartieri sperimentali degli anni Novanta caratterizzati da dimensioni piuttosto contenute, esprimendo una condizione quasi "periurbana" (Losasso, D'Ambrosio, 2012). Le nuove strategie di intervento si concentrano invece sulla diffusione di programmi di ampliamento o rigenerazione di aree dismesse attraverso distretti di grandi dimensioni, dell'ordine dei 20.000 abitanti, suddivisi a loro volta in sotto-unità di dimensioni minori più gestibili.

Nella sezione che segue vengono presentati e analizzati alcuni dei tanti casi europei che, in tal senso, si sono configurati come interventi positivi, rappresentando una risposta innovativa alla sfida urbanistica e architettonica sui temi di interesse strategico per il futuro della città. Tra questi emergono il quartiere Bo01 a Malmö, il Greenwich Millennium Village a Londra, Ørestad a Copenhagen e altri ancora, tutti concepiti come parti urbane in grado di autosostenersi da un punto di vista economico ed energetico, dotati di servizi che garantiscono il superamento della problematica centro-periferia. In questi interventi, è chiara la ricerca sul piano funzionale e strategico per la proposizione di nuove realtà abitative, di relazioni gerarchiche fra infrastrutture, edifici e spazi pubblici più efficaci, di architetture sperimentali di grande qualità, di una mixité funzionale e tipologica con edifici residenziali di vario genere, edifici commerciali, luoghi di divertimento e svago, interventi che spesso hanno rivelato avere un valore sperimentale non indifferente. La qualità architettonica e il valore innovativo in termini tecnico-costruttivi si ritrova non solo negli spazi pubblici, ma anche negli edifici residenziali, la cui caratterizzazione ha attribuito ad essi il ruolo di "*elementi attrattori dei distretti per il loro significato catalizzatore*" (Losasso, D'Ambrosio, 2012). Gli esempi dei quartieri individuati sono perlopiù interventi di carattere residenziale, dove la concretizzazione dell'inclusione sociale avviene attraverso progetti di social housing, che rispettano le percentuali previste e richieste dalle politiche dei rispettivi Paesi e al tempo stesso sono innovativi in materia di pianificazione ambientale ed energetica. I progetti si rivolgono a tutta la cittadinanza, diversificando l'offerta nei costi, con l'obiettivo di soddisfare le esigenze di tutte le categorie di possibili utilizzatori, dagli utenti temporanei alle fasce deboli, ma mantenendo alcuni elementi comuni, quali la qualità morfologica e spaziale, la sostenibilità ambientale ed economica, il rendimento energetico e la sperimentazione legata all'innovazione tecnologica (AA.VV., 2012; Losasso, D'Ambrosio, 2012). Tutte le nuove parti urbane sono state studiate e concepite di pari passo con la progettazione della rete dei trasporti pubblici e in piccola parte privati, altro importante campo strategico della rigenerazione urbana in questi Paesi. Il rapporto, spesso travagliato, tra spazio urbano, costruito e non, e infrastruttura viene risolto attraverso l'inserimento di linee di trasporto pubblico, perfettamente integrate con l'intorno, e con tracciati viari e pedonali che connettono le unità residenziali e gli spazi pubblici, ponendo attenzione anche alla cura dell'arredo urbano. La funzione residenziale dei nuovi quartieri, come detto, è integrata con edifici commerciali e terziari, attrezzature pubbli-

che e private, concepite come parti urbane inserite in modo omogeneo pur mantenendo distinte identità in base alle funzioni e all'ubicazione. Altro elemento di innovazione è la progettazione degli spazi verdi e dei parchi urbani, che, duramente criticata nelle esperienze degli anni '70 e '80 in cui mancava un'integrazione appropriata e una qualità riconoscibile, contribuisce nei nuovi interventi a migliorare le condizioni di comfort microclimatico e percettivo e a integrare ancor meglio i social housing nel tessuto urbano. Le strategie della sostenibilità per essere efficaci devono seguire una scalarità urbana, che a partire dai grandi spazi arrivi alle soluzioni attuate alla scala degli edifici, optando per materiali edilizi a "km 0", a basso impatto ambientale o riciclati e tecnologie attente all'ambiente in termini di consumo di risorse, attraverso l'utilizzo di fonti rinnovabili, il riciclo delle acque e la raccolta differenziata, tutti obiettivi di fondo degli interventi (Losasso, D'Ambrosio, 2012). Trattandosi di grandi interventi perlopiù residenziali, l'uso razionale e consapevole dell'acqua e l'attenzione al suo ciclo (attraverso tetti verdi, sistemi di raccolta, filtraggio, riciclo e superfici permeabili) è fondamentale per garantire il riequilibrio ambientale. Altro tema da affrontare è quello del rendimento energetico, della riduzione dei consumi, al fine di tenere sotto controllo i costi che gravano sulle utenze e promuovere programmi di utilizzo di più fonti di energia rinnovabile (biomasse, biogas, geotermia) garantendo la copertura del fabbisogno energetico. Tutte queste scelte sono quindi determinanti per la qualità dei progetti e per il sostegno di nuovi stili di vita più ecologici (Losasso, D'Ambrosio, 2012).

Alcuni degli interventi trattati sono stati conclusi in questi ultimi anni, altri sono in corso di completamento, in entrambi i casi le azioni di monitoraggio mostrano un riscontro positivo e utile, sia per le città interessate che per le città che vogliono seguire le loro direzioni, comprendendo le condizioni di successo o le criticità delle operazioni e valutando gli esiti rispetto alle aspettative iniziali. Tutti gli interventi hanno vissuto nella fase di progettazione momenti di grande dibattito relativo alle strategie e alla gestione, dibattito che ha coinvolto tanto i governi e la municipalità, quanto la comunità. Anche se in alcuni casi l'uso e la progettazione degli spazi non sempre riescono a restituire il senso di comunità e inclusione, il passo per raggiungere anche questo obiettivo è breve. Gli ecoquartieri sono concepiti in rapporto all'ambito territoriale preesistente della città, senza incorrere nell'astrazione dai contesti. In conclusione, il bilancio, ancora parziale, dell'esperienza attuata con gli interventi del nord Europa è positivo (Losasso, D'Ambrosio, 2012).

Quartiere Bo01

LOCALITÀ: Malmö, Svezia
PROGETTISTA: Klas Tham e altri
SUPERFICIE: 312 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2001
CRITERI:

La città di Malmö si è distinta come leader tra i pianificatori della sostenibilità che applicano attivamente l'apprendimento per promuovere la pratica del clima. La Svezia in effetti si è costantemente classificata come uno dei principali Paesi al mondo interessata ai cambiamenti climatici, tanto che nel 1997 l'EPA svedese ha iniziato a offrire sussidi alle città per promuovere la sostenibilità ecologica e per la costruzione di infrastrutture e di sistemi energetici efficienti (Granberg, Elander, 2007; Kern, Alber, 2008). Malmö è la terza città più grande della Svezia e storicamente era un centro industriale. Il suo riconoscimento come una delle città più sostenibili al mondo è iniziato nel 1994 con l'elezione del sindaco socialdemocratico Ilmar Reepalu come sindaco, che ha avviato un processo che ha impegnato il consiglio comunale e i residenti nella creazione di una visione a lungo termine per reindirizzare la città (Fitzerald, Lenhart, 2016). Il primo punto fu costruire un'economia della conoscenza, attraverso nuove sedi universitarie, il secondo riguardò la costruzione del ponte di collegamento con la Danimarca, il terzo infine è stato quello di riorientare Malmö come città sostenibile dal punto di vista ambientale. Quest'ultimo punto riguardò in particolare la riqualificazione di ex campi dismessi e quartieri esistenti. Con lo sviluppo del primo ecodistretto, i professionisti sono stati incoraggiati a sviluppare approcci olistici per affrontare tutti gli aspetti della sostenibilità contemporaneamente. Malmö tenta di integrare la pianificazione del clima nelle sue strategie di sostenibilità più ampie, che hanno obiettivi precisi affinché diventi neutrale per il clima entro il 2020 e inizi a funzionare al 100% con energia rinnovabile entro il 2030 (Fitzerald, Lenhart, 2016). Questi obiettivi comprendono principalmente azioni su trasporti, efficienza energetica, fonti rinnovabili ed emissioni di gas serra. Per quanto riguarda il trasporto, numerose misure privilegiano biciclette e camminabilità, mentre il viaggio in auto privato è reso meno conveniente. Molte strade centrali sono infatti designate come strade solo per taxi, autobus e biciclette. Il pendolarismo pedonale è aumentato quindi dal 14 al 20% dal 2003 al 2008 e il servizio di autobus è cresciuto del 50% tra il 1999 e il 2008 (Fitzerald, Lenhart, 2016). Per quanto riguarda l'energia invece, Malmö ha installato quindici impianti fotovoltaici, beneficia poi di uno dei più grandi parchi eolici offshore del mondo e sta sperimentando turbine più piccole che possono essere incorporate sui tetti, nei giardini o nei parchi. I rifiuti invece sono gestiti da una società che alimenta il 60% della rete di teleriscaldamento. I pianificatori poi hanno creato un sistema di drenaggio urbano sostenibile che filtra naturalmente l'acqua piovana: la pioggia cade sui tetti verdi e lentamente scorre verso i canali che portano agli stagni di raccolta e in seguito ai canali che portano al mare. In questo modo, la possibilità di inondazioni urbane è limitata, questione particolarmente importante in una comunità costiera che si trova a pochi metri sopra il livello del mare. La squadra poi ha stabilito una serie di standard per gli edifici Bo01 rispetto allo stile architettonico, ai materiali, all'energia e agli spazi verdi. Due edifici sono stati costruiti seguendo lo standard di casa passiva, con sistemi di ventilazione con recupero di calore. Durante questo processo, Malmö ha abbracciato un

tipo di pianificazione partecipativa, che ha coinvolto rappresentanti delle città, promotori immobiliari, architetti e imprese di costruzione. Un obiettivo era quello che un terzo degli edifici rispettasse gli standard delle case passive, come stabilito dal programma di sviluppo ambientale per la Svezia. Malmö sta ristrutturando cinque città-distretti per soddisfare gli standard di sostenibilità, per un totale di 312 ettari. I residenti, attivi all'interno della pianificazione, volevano anche pannelli solari, quindi, sebbene questi non facessero parte del piano originale, sono stati aggiunti in risposta al loro input. I pianificatori hanno imparato come avviare e implementare la partecipazione alla pianificazione, come raggiungere le decisioni finali con i residenti, divenuta pratica standard. Queste lezioni sui metodi di pianificazione partecipativa e sostenibile offrono un'esperienza preziosa che potrebbe essere adattata e applicata in altri distretti. Malmö punta a creare una dimostrazione, una guida di riqualificazione di un quartiere in difficoltà, che richiede di concentrarsi sulla tecnologia ambientale, sulla maggiore integrazione sociale ed economica e sulla migliore connettività ad altre parti della città (Fitzerald, Lenhart, 2016). Recentemente tuttavia, le emissioni di gas serra stanno aumentando di nuovo con l'apertura di un impianto di cogenerazione a gas naturale nel 2009, aumentando le emissioni di Malmö per la prima volta in oltre un decennio e dimostrando il ruolo che l'industria gioca. Il caso di Malmö rappresenta un processo di apprendimento organizzativo che consente agli urbanisti e ai funzionari eletti di applicare le lezioni imparate, suggerendo che gli ecodistretti hanno un potenziale significativo per accelerare la mitigazione del clima e la pianificazione dell'adattamento in altre città. In risposta alle critiche che gli ecodistretti sono solo isole di privilegi ecologici, la città rappresenta un tentativo deliberato di prendere l'ecodistretto come intervento per ridurre il reddito e prevenire la gentrificazione (Fitzerald, Lenhart, 2016). In conclusione, il caso di Malmö dimostra che il raggiungimento degli obiettivi di cambiamento climatico richiede innovazione, pianificazione collaborativa e deliberata della città, volontà di sperimentare.

Hammarby Sjöstad

LOCALITÀ: Stoccolma, Svezia
PROGETTISTA: Tengbom Arkitekter e altri
SUPERFICIE: 250 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2012
CRITERI:

L'area, che originariamente doveva essere un villaggio per le Olimpiadi estive del 2004, è diventata risultato di un lungo processo di conversione in quartiere residenziale sostenibile sul lungomare. Fino al 1998 il sito era dominato da piccole industrie e edifici temporanei, il terreno quindi era fortemente inquinato dall'uso precedente e doveva essere bonificato prima di iniziare qualsiasi costruzione. Oggi 25.000 persone vivono negli 11.000 appartamenti di Hammarby Sjöstad (Poldermans, 2006). Il profilo di sostenibilità è fortemente focalizzato sulle soluzio-

ni ecologiche: trasporti pubblici sostenibili con treni elettrici, autobus alimentati a biogas e barche per pendolari; percorsi in bici e a piedi ben progettati e collegati; stazioni di riciclaggio e raccolta di rifiuti alimentari per la produzione di biogas; collegamento di tutti gli appartamenti al sistema di teleriscaldamento alimentato da rifiuti domestici; pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria in buona parte degli appartamenti; depurazione e utilizzo di tutte le acque reflue degli appartamenti per la produzione di biogas. Il progetto è stato finanziato dal governo locale e da investimenti di privati interessati allo sviluppo. All'inizio, gli sviluppatori privati esitavano a modificare le loro procedure standard per soddisfare i requisiti ambientali del progetto, a causa dei costi molto elevati, finchè una piccola, ma importante, sovvenzione da parte dell'Agenzia svedese per la protezione dell'ambiente ha consentito agli sviluppatori di raggiungere gli obiettivi ambientali (Poldermans, 2006). Uno dei maggiori ostacoli era come convincere i potenziali residenti a conformarsi agli obiettivi ambientali dei pianificatori e ai relativi cambiamenti comportamentali, così un centro di informazione locale è stato messo a servizio della comunità per comunicare le idee e sensibilizzare verso una vita sostenibile. Hammarby Sjöstad è ora un quartiere di classe medio-alta, abitato da residenti tra i 30 ei 40 anni con figli piccoli, fatto che ha alimentato molte critiche. Circa due terzi degli appartamenti sono di proprietà privata e un terzo sono appartamenti in affitto. Un'altra problematica ha riguardato la mancanza di una raccolta sistematica di dati per misurare i risultati del programma ambientale, non è stato specificato cioè come valutare gli obiettivi ambientali per il progetto, né chi è responsabile del monitoraggio di ciascun obiettivo. Le intenzioni della città di Stoccolma erano anche poco chiare, dunque l'attenzione ambientale per l'area è arrivata in ritardo nel processo di pianificazione, portando a conflitti su alcuni degli obiettivi identificati per il progetto (Poldermans, 2006). Inizialmente poi, Hammarby Sjöstad era stato progettato per avere pochissimi parcheggi, ma le opinioni di potenziali residenti costrinsero i pianificatori ad aumentarne il numero, portando l'area a diventare più auto-dominata di quanto inizialmente previsto.

☐ Ørestad

LOCALITÀ: Copenaghen, Danimarca
PROGETTISTA: Arkitema Architects e altri
SUPERFICIE: 310 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2008
CRITERI:

La politica danese è particolarmente legata alla forte promozione di strategie di rinnovamento verde e sviluppo urbano, che rispettano gli standard di sostenibilità. Copenaghen è sempre presente in tutte le migliori classifiche di città verdi e intelligenti e in qualsiasi benchmarking delle migliori pratiche per politiche sostenibili. Questa reputazione è stata il risultato finale di una lunga e difficile transizione a uno stile di politica più imprenditoriale, in cui l'in-

novazione per la sostenibilità ha giocato un ruolo importante. I processi di nuovo sviluppo con la diminuzione dello stock di social housing hanno causato però anche processi di gentrificazione in alcune zone della città. Durante l'ultimo decennio Copenaghen è stata una delle città europee di maggior successo in competizione nell'arena del mercato globale (Oecd, 2009), è sempre stata rappresentata come un esempio efficace di "città verde" da riprodurre (Styles, 2011). In questo scenario, l'innovazione nella produzione di energia ha svolto un ruolo strategico: Copenhagen è rinomata in tutto il mondo come pioniera nella produzione di energia eolica. Inoltre, la città gestisce uno dei sistemi di riscaldamento più sofisticati ed ecologici al mondo, evitando così tonnellate di emissioni di CO_2 (City of Copenaghen, 2008). Infine, in termini di mobilità urbana, la bicicletta svolge un ruolo importante, grazie alla loro integrazione nella più ampia rete di trasporto, in modo che i passeggeri possano facilmente spostarsi tra bicicletta e trasporto pubblico. Tutte queste politiche di sviluppo hanno anche avuto un effetto diretto sulla capacità della città di attrarre investitori ed eventi internazionali sulla sostenibilità. La città è un contesto urbano in rapida crescita: negli ultimi 10 anni l'aumento della popolazione è stato vicino al 20%, motivo per cui sono stati promossi alcuni importanti progetti di sviluppo, come l'area di Ørestad. L'area fa parte di un più ampio processo di sviluppo urbano e si estende a sud di Copenaghen. Il progetto prevede di ospitare imprese *high-tech*, centri di ricerca, università e case borghesi. Attualmente è collegato al centro della città da una metropolitana altamente automatizzata. L'intero progetto regionale, unito all'espansione delle rotte di volo, ha trasformato Copenaghen nel più importante *hub* per i paesi del Nord Europa. Altri nuovi ecodistretti stanno invece crescendo sul lungomare della città, Copenaghen infatti ha investito notevoli sforzi nella pulizia del suo porto e nella sicurezza. Applicando politiche di rinnovamento urbano orientate ad aumentare la qualità delle abitazioni e degli spazi pubblici, l'amministrazione ha svolto un ruolo significativo nel sostenere la sostituzione della popolazione dalle classi medie e basse alle classi superiori (Larsen, Hansen 2008), non a caso si registra il più alto aumento di impiegati superiori. L'orientamento verso gli standard di sostenibilità paradossalmente è stato un fattore che ha diminuito la disponibilità di soluzioni economiche. Nel 2010, tra 59.000 appartamenti in affitto a prezzi accessibili, solo 20.000 erano nell'edilizia sociale, mentre 39.000 nel settore abitativo privato (Ministero della previdenza sociale, 2010). Il costo elevato dei nuovi alloggi sociali è dovuto al costo del terreno e ai costi elevati per la costruzione secondo gli standard di sostenibilità (Cucca, 2017). In effetti, l'edilizia sociale qua sviluppata pare basata su indicatori relativi agli standard ambientali ma non agli standard di accessibilità economica. Le trasformazioni hanno portato gradualmente ad una sostituzione parziale della popolazione urbana e hanno promosso un'immagine di Copenaghen come esempio di un contesto urbano bello, sostenibile e vibrante, ma con forti disuguaglianze socio-spaziali: da un lato i gruppi a basso reddito concentrati in aree meno centrali della città, caratterizzate da una bassa qualità

ambientale; dall'altra parte l'auto-segregazione dei gruppi a più alto reddito nelle aree caratterizzate da elevati standard ambientali (Cucca, 2017).

Greenwich Millenium Village (GMV)

LOCALITÀ: Londra, Regno Unito
PROGETTISTA: Richard Rogers Partnership + Ralph Erskine
SUPERFICIE: 24 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2009
CRITERI:

Il progetto costituisce per la città di Londra un intervento molto rilevante nel processo di riqualificazione della zona industriale dismessa della penisola di Greenwich ed è riconosciuto a livello internazionale per il suo valore in tema di sostenibilità. Agli inizi degli anni '90, con la dismissione del grande stabilimento della British gas, si è presentata la necessità di pianificare un intervento di riconversione dell'area. Il quartiere, di circa 24 ettari, di cui 5 a parco, è situato ad est della penisola di Greenwich, oltre il centro di Londra e il piano ha previsto la costruzione di circa 3.000 unità abitative per un totale di 7.000 abitanti. Il concorso indetto nel 1996 per la pianificazione dell'area con un progetto di masterplan, in cui l'attenzione alla sostenibilità ambientale era una priorità, fu vinto dalla Richard Rogers Partnership, la cui idea fondativa era quella di creare un nuovo distretto amministrativo e commerciale. Il complesso è interamento collegato attraverso un parco lineare che costeggia un ampio viale carrabile, ciclabile e pedonale, lungo il quale si succedono i quartieri sostenibili. Il masterplan prevedeva la realizzazione di più tipologie di funzioni: da quelle abitative a quelle commerciali e terziarie, tutte collegate al sistema di trasporto pubblico. Gli edifici seguono criteri ecologici interessanti anche in planimetria (alti edifici che schermano i venti freddi, realizzati perdipiù utilizzando solo materiali a basso impatto ambientale). Altri aspetti sviluppati riguardano la gestione delle acque piovane, il riciclaggio dei rifiuti e il ripristino di microclimi locali, tutte questioni di importanza primaria nelle scelte progettuali. I principi sviluppati nel masterplan di Rogers, trovano realizzazione coerente nel progetto vincitore del concorso nel 1999 per il piano di dettaglio dell'area: il progetto dell'architetto svedese Ralph Erskine. Egli propone uno spazio modellato sulla tradizione tipicamente inglese: un villaggio sviluppato attorno a spazi comuni, in cui tutti gli isolati, prevalentemente a corte, si affacciano su una piccola area verde interna. Lo schema insediativo è uno schema a pettine, in cui il viale principale, su cui si aprono le piazze e si concentrano i servizi, corre lungo tutto il quartiere e da esso dipartono i viali pedonali secondari, che a loro volta delimitano i singoli isolati. L'accesso all'interno dell'isolato in automobile è limitato a operazioni di carico e scarico merci esclusivamente in intervalli di tempo contenuti, motivo per cui i parcheggi sono posti sui limiti del villaggio. (http://www.archidiap.com)

Bed Zed

LOCALITÀ: Londra, Regno Unito
PROGETTISTA: Studio Arup + Bill Dunster
SUPERFICIE: 2,6 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2002
CRITERI:

Il progetto, realizzato nel 2002 nel quartiere Beddington di Londra, è stato elaborato dall'architetto Bill Dunster, insieme allo studio Arup. L'obiettivo dello studio, concordato con l'amministrazione locale, era quello di creare un insediamento che rispettasse l'ambiente con zero emissioni inquinanti e consumi energetici nulli, seguendo i principi della bioedilizia. Sorto dalla riqualificazione di una vecchia area industriale dismessa, l'agglomerato, composto di 42 appartamenti, si basa su sei criteri: materiali, risparmio energetico, energia pulita, risparmio idrico, fattibilità e costi contenuti ed educazione ambientale. I materiali utilizzati sono tutti materiali di recupero, prodotti e fabbricati vicini al sito, così da ridurre il forte impatto ambientale causato dai mezzi di trasporto, viene utilizzato il legno, in quanto materiale sostenibile, il ferro proviene da una stazione ferroviaria demolita e sotto l'asfalto uno strato di vecchie bottiglie frantumate funge da drenaggio per l'acqua piovana. L'involucro edilizio e l'orientamento di tutti gli appartamenti sono studiati in modo da garantire un consistente risparmio energetico, ottenuto grazie ad uno spesso strato di isolante (cinque volte superiore agli standard), grandi finestre a sud con doppi o tripli vetri, sistema di ventilazione naturale per il ricambio dell'aria, comignoli vivacemente colorati che contraddistinguono i tetti dell'abitato ed infine luci ed elettrodomestici ad alta efficienza energetica. L'energia elettrica necessaria agli appartamenti è generata dai pannelli fotovoltaici posti sulle pareti degli appartamenti a sud e da una centrale termica, che brucia legno di scarto. Le acque piovane invece vengono convogliate tramite un sistema sul tetto e vengono poi raccolte in apposite vasche, così da poter essere riutilizzate per usi secondari, quali scarico dei bagni e irrigazione. Il progetto BedZED, garantendo costi di realizzazione accessibili, è stato progettato per essere costruito ovunque, un progetto pilota facilmente riproponibile in altre aree. Nel quartiere poi sono molto utilizzati il *car sharing* ed il *car pooling*, a dimostrazione del fatto che gli stessi abitanti sono stati fortemente sensibilizzati rispetto alle tematiche ambientali, tanto da cambiare lo stile di vita. (https://www.architetturaecosostenibile.it)

Europa Occidentale

Vauban

LOCALITÀ: Friburgo, Germania
PROGETTISTA: Michael Gies e altri
SUPERFICIE: 40 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2006
CRITERI:

Friburgo è un caso esemplare per le sue politiche, in campo architettonico ed urbanistico, sempre all'avanguardia, ambiziose e mirate alla sostenibilità, soprattutto per quanto riguarda l'importanza assegnata alla progettazione del verde pubblico, allo sfruttamento dell'energia e, non da meno, per il coinvolgimento dei cittadini nei cambiamenti territoriali. Questo ha fatto sì che il quartiere Vauban sia diventato un progetto modello di sviluppo urbano. Dal 1992, la città ha diminuito le emissioni nocive del 14% e si è posta l'obiettivo di ridurle del 40% entro il 2030, grazie ad una serie di interventi e iniziative della cittadinanza. Innanzitutto, i tetti della città sono spesso coperti da moduli fotovoltaici, molte abitazioni si affidano all'energia geotermica per il riscaldamento ed il raffrescamento, altre sono dotate invece di impianti solari. Inoltre, vi è un impianto di cogenerazione alimentato da trucioli di legno e gas naturale, che si aggancia alla rete del riscaldamento. L'efficienza impiantistica e l'importante coibentazione degli edifici hanno consentito una riduzione del 60% delle emissioni di anidride carbonica. L'intero quartiere quindi è dotato di elevati standard di riduzione dei consumi, tanto che molte unità abitative vengono riconosciute come case passive o addirittura "energy plus", ovvero producono più energia pulita di quanta ne abbiano bisogno. Oltre alle attenzioni relative i singoli edifici, la città ha mostra interesse anche per le questioni di larga scala: la gestione dell'acqua piovana, raccolta ed utilizzata per le case e per l'irrigazione, e la mobilità, nei confronti della quale si è proceduto in modo da ridurre la presenza delle auto, situando i pochi parcheggi disponibili al di fuori del quartiere e potenziando i mezzi pubblici. Questo ha permesso alle famiglie di non aver bisogno di utilizzare la macchina per spostarsi, e in più, coloro che non utilizzano i parcheggi, godono di incentivi economici. (https://www.architetturaecosostenibile.it; https://www.freiburg.de)

Seestadt-Aspern

LOCALITÀ: Vienna, Austria
PROGETTISTA: Johannes Tovatt e altri
SUPERFICIE: 240 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: In fase di realizzazione
CRITERI:

La città mostra particolare interesse alla promozione di strategie di rinnovamento verde e sviluppo urbano che rispettano gli standard di sostenibilità, a partire dalla convenienza del mercato

immobiliare, un fattore che gioca un ruolo enorme nella promozione o contenimento delle disuguaglianze sociali e spaziali nelle città contemporanee (Cucca, 2012). La capitale austriaca mostra differenze significative rispetto ad altri Paesi in particolare nel modo in cui la città ha conciliato lo sviluppo urbano del verde e l'accessibilità, evitando enormi processi di sostituzione e dislocamento della popolazione (Matznetter, 2002). A Vienna la protezione dell'ambiente è stata tradizionalmente coordinata con le politiche abitative, che sono ben conosciute per il patrimonio abitativo municipale: circa il 50% di tutte le abitazioni cittadine sono abitazioni sociali o municipali, con particolare attenzione alla convenienza degli alloggi, insieme a un forte orientamento verso il miglioramento della qualità della vita e della sostenibilità, vista come la migliore strategia per favorire l'attrattività della città. Tuttavia, i processi di gentrificazione e i cambiamenti del mercato immobiliare sembrano gradualmente caratterizzare anche lo sviluppo più recente di questa città (Kadi, 2015). Come in altre città del Nord Europa, anche qui è possibile osservare uno sviluppo specifico dei piani riguardanti la riqualificazione del lungomare, i nuovi distretti ecologici, l'edilizia sociale e il rinnovamento urbano del quartiere sviluppato secondo elevati standard ambientali. La storia di Vienna, situata strategicamente nel cuore dell'Europa, è stata caratterizzata fin dagli inizi da frequenti spostamenti dalla periferia al centro a cui è seguito un ritorno (Hatz, 2008). Tra il 2005 e il 2015 la popolazione della città è aumentata del 10% circa, non solo per la sua economia dinamica o il patrimonio culturale, ma anche e soprattutto perché è al primo posto mondiale in termini di qualità della vita (Mercer Human Resource Consulting, 2016). Seestadt-Aspern, e in generale Vienna, è stata particolarmente apprezzata per la sua eccellente gestione dell'acqua e l'uso di energie rinnovabili. Inoltre, circa il 50% dell'area è coperta da spazi verdi (City of Vienna, 2010). Sebbene ci siano state alcune critiche, le strategie di pianificazione hanno dimostrato e giustificato il percorso di sviluppo urbano seguito. La protezione dell'ambiente è stata tradizionalmente coordinata con le politiche abitative a livello comunale, in termini di progettazione degli edifici e di grande attenzione allo stile di vita degli abitanti (Paal, 2003). Seestadt-Aspern è stato uno dei più grandi nuovi progetti di sviluppo urbano in Europa, caratterizzata da un'alta percentuale di unità abitative sociali, con affitti accessibili e un forte orientamento al miglioramento della qualità della vita e della sostenibilità. Non c'è dubbio che l'enorme presenza del governo della città in questo settore sia stato un fattore chiave nella più ampia strategia urbana di protezione ambientale, che ha anche promosso la sperimentazione sia in innovazione ecologica che sociale (Bricocoli, 2001). Questo atteggiamento è stato favorito soprattutto attraverso programmi orientati a temi specifici, come aree abitative senza auto, edifici alimentati da energia solare, progetti orientati all'integrazione degli immigrati e al dialogo interculturale (UNECE, 2006). In tal senso, il progetto più interessante e innovativo a Seestat-Aspern è la casa D12, un edificio altamente innovativo in termini di tecnologie per il risparmio energetico. In generale, l'intero distretto ha l'ambi-

zione di rappresentare un quartiere senza auto, grazie all'ottima connessione con i mezzi pubblici con il centro di Vienna. Inoltre, Vienna ha tradizionalmente assunto un ruolo di primo piano nella costruzione di case passive: attualmente, la città ha dodici progetti completati che comprendono circa 1.150 case costruite secondo lo standard della casa passiva. Tuttavia, è abbastanza difficile capire se il rinnovamento urbano verde di tale area sia stato il principale motore del cambiamento sociale che si sta verificando o una conseguenza. Alcune questioni però sorgono anche a Vienna, come l'emergere di un divario tra la situazione degli *insider* e dei nuovi arrivati, sottoposti ai crescenti costi del mercato degli affitti privati. Essendo la disponibilità di appartamenti a basso costo situati in quartieri molto densi o in appartamenti al piano terra, stanno sorgendo questioni legate alla giustizia ambientale (Cucca, 2012).

Solar City

LOCALITÀ: Linz, Austria
PROGETTISTA: Read Group + Roland Rainer
SUPERFICIE: 41 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2003
CRITERI:

Il quartiere, situato a Linz, in Austria, e progettato dall'urbanista Roland Rainer, insieme al READ group (*Renewable Energy in Architecture and Design*, composto da progettisti come Norman Foster, Richard Rogers e Thomas Herzog), rientra tra i progetti meritevoli, in quanto è in grado di alimentarsi sfruttando esclusivamente l'energia solare. L'obiettivo dell'Atelier Dreiseitel, che si è occupato del paesaggio, invece era quello di garantire che i valori naturali delle aree protette non venissero danneggiati dalla costruzione. Il progetto comprende una serie di strutture ricreative, come un laghetto naturale, giochi d'acqua e grandi quantità di vegetazione. In particolare, per quanto riguarda la gestione delle acque, era necessario mantenere l'equilibrio idrico sotterraneo originale. Anche in questa città torna una tematica molto ricorrente in Europa, ovvero quella dello sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile. Grazie allo sfruttamento dei numerosi pannelli solari installati, la Solar City provvede autonomamente alla produzione dell'energia di cui ha bisogno, generandone anche più del necessario, consentendone quindi l'immissione nella tradizionale rete cittadina. Nato a seguito della grande richiesta di abitazioni, a cui le amministrazioni dovevano rispondere e che il centro della città non era più in grado di accogliere, il quartiere è stato progettato per un numero di abitanti dell'ordine dei venti mila, seppur per il momento ne ospiti appena 4.000. Una caratteristica che denota fortemente la Solar City è l'assenza delle auto e la ricchezza di passeggiate pedonali e percorsi ciclabili, oggi è in fase di progettazione anche una linea di mezzi pubblici, totalmente integrata. Osservando la progettazione degli edifici, emerge una forte attenzione per l'orientamento, la posizione di balconi e affacci e la loro forma compatta, al fine di assicurare il contenimento del calore nelle giornate più fredde.

L'ecosostenibilità applicata a scala urbana è affascinante, in quanto non si tratta di un singolo edificio che si autoalimenta, bensì di un intero quartiere, che porta a risultati eccezionali. (https://www.architetturaecosostenibile.it; https://www.urbangreenbluegrids.com)

Europa Orientale e Meridionale

Anche i Paesi dell'Europa orientale ribadiscono l'importanza dello sviluppo sostenibile, per salvaguardare il patrimonio nazionale e garantire la tutela dell'ambiente naturale. Gli Stati hanno sviluppato programmi che premiano le aziende virtuose che contribuiscono a diffondere una coscienza "verde", anche tramite campagne di sensibilizzazione rivolte ai cittadini e alle istituzioni. Più che impegnarsi nella riqualificazione di quartieri urbani, queste città si impegnano nella progettazione di grandi impianti in grado di ridurre le emissioni annue e garantire l'approvvigionamento energetico da fonti diversificate. Per quanto riguarda il settore dell'architettura, questi Paesi sono molto attivi nel promuovere la realizzazione di edifici sostenibili, anche attraverso l'adozione di protocolli, come Leed e Breeam. La letteratura non offre spunti significativi su questo versante del continente rispetto alla scala distrettuale: i Paesi orientali si dimostrano più interessati alla progettazione e alla ristrutturazione a scala di edificio. I casi descritti in articoli e libri inerenti riguardano perlopiù edifici danneggiati dai bombardamenti della Seconda Guerra Mondiale, che necessitano di un attento restauro che consenta loro di essere restituiti alla città (ex aree industriali occupate da fabbriche e piccoli abitazioni). Le fabbriche, costruite principalmente negli anni '60, hanno generato molto inquinamento e hanno richiesto oggi interventi massicci, con conseguente trasformazione in uffici. Queste aree si stanno trasformando in moderni uffici e distretti residenziali con altri servizi complementari (centri commerciali, cinema, strutture mediche). Si tratta di esempi tuttavia che passano in secondo piano, anche perché molto spesso si è trattato di aree con urgenza di intervento e fondi monetari non sufficienti. La rigenerazione è diventata una questione importante anche nell'Europa meridionale e nei programmi governativi. Diverse iniziative illustrano che l'ambito di rigenerazione riguarda l'abitazione alla scala locale, riservando particolare attenzione alle zone urbane storiche. La strategia dei vari Paesi per lo sviluppo sostenibile afferma l'obiettivo di raggiungere un nuovo approccio politico per le città e combattere la crescita asimmetrica e i gravi squilibri nella gestione. Anche in questo caso, la letteratura non contiene esempi significativi.

Va considerato che comunque solo negli ultimi anni i Paesi dei versanti orientale e meridionale stanno cambiando rotta, investendo somme consistenti nelle infrastrutture di trasporto, in particolare strade e ferrovie. Molti dei loro fondi sono stati utilizzati per finanziare gli investimenti urbani, soprattutto progetti collegati al trasporto cittadino verde e a soluzioni economiche che prevedono un ridotto uso di carbone. Città ben progettate e ben gestite offrono grandi opportunità per garantire uno stile di vita sostenibile e lo sviluppo del business, motivo per cui la maggioranza delle città sta intraprendendo azioni

concrete per migliorare le condizioni di vita dei cittadini, favorire le attività economiche all'interno dell'area urbana e arrivare al livello dei Paesi dell'Europa settentrionale e occidentale.

1.2.3 Casi studio in Italia

Se molte delle città europee di maggior successo hanno implementato gli ecodistretti, offrendo molte lezioni e spunti per la pianificazione generale della sostenibilità, lo stesso non può essere detto dell'Italia. Gli interessanti contributi di innovazione nella progettazione e nella realizzazione di interventi di nuova edificazione, che hanno coniugato i temi della crescita urbana con gli obiettivi della sostenibilità risalenti al 2000, non hanno interessato il nostro Paese. Queste sfide richiedono appropriate azioni non solo per la nuova edificazione, ma anche per la riqualificazione dell'esistente in risposta alla nuova domanda abitativa e a quella ambientale e solo negli ultimi anni ci si sta avvicinando a questo, ma ancora nulla di concreto è stato realmente fatto.

Le città devono diventare più sostenibili, non solo in termini ambientali, ma anche sociali ed economici. Per farlo hanno bisogno di chiudere il più possibile il ciclo del loro funzionamento. Le difficoltà italiane sono relative al fatto che le grandi città, in quando sistemi grandi e complessi da gestire, vanno analizzate in modo olistico e le trasformazioni "globali" sono difficili da finanziare e coordinare. Un edificio è facile da gestire e fornisce risultati misurabili e soddisfacenti in breve tempo, ma è troppo piccolo per aumentare le soluzioni per l'intero sistema urbano. I precedenti casi internazionali lo dimostrano e anche nei casi italiani i quartieri forniscono la scala appropriata per testare strategie di sostenibilità integrate perché concentrano le risorse e rendono le dimensioni e il rischio più gestibili. I benefici degli interventi a scala distrettuale avranno inevitabilmente un ruolo in tutta la città. Il distretto è un'unità di pianificazione con una geometria definita nello spazio o definita dalla comunità, e quindi solitamente caratterizzata da una morfologia riconoscibile, rendendo dunque l'intervento più controllabile. Questo perdipiù rende più facile indagare il legame tra la forma della città e la sua prestazione. La definizione di ecodistretto designa una pianificazione urbana che mira a integrare gli obiettivi di "sviluppo sostenibile" e ridurre l'impronta ecologica del progetto, nozione che insiste sulla considerazione di tutte le questioni ambientali attribuendo loro ambiziosi livelli di requisiti. In particolare, questi obiettivi possono essere raggiunti attraverso una serie di importanti indicatori di sostenibilità come: emissioni locali di gas serra, miglia veicolo percorse, modalità di trasporto, qualità delle acque meteoriche, accesso al cibo locale salutare, al risparmio delle utenze, alla creazione di posti di lavoro e all'accesso ai servizi, per mantenere le prestazioni sotto controllo. L'approccio sistemico dal basso, che cerca di agire sulla popolazione rendendo i suoi comportamenti più sostenibili e trasformando gli agenti in entità più sensibili, sembra essere la vera lacuna dell'Italia e senza questo approccio, che si basa su una sensibilizzazione, è impossibile andare oltre, progredire. Rigenerare le parti

che hanno perso vitalità, ma che hanno una storia, consente di generare uno sviluppo anche economico e sociale, intervenendo su fattori importanti, come infrastrutture, viabilità, attività, comunità di abitanti.

Dall'analisi della letteratura esistente, poche sono le informazioni raccolte sui casi italiani. Emergono alcune città in particolare, ma spesso gli interventi non sono considerati all'altezza e le critiche mosse dagli abitanti stessi fanno comprendere come la sfida non sia stata superata, o peggio ancora alcuni di questi interventi, teorizzati e studiati da anni, non trovano ancora fondi monetari per poter essere realizzati, rimanendo dunque lezioni teoriche e immaginari irrealizzabili, talvolta anche a causa di progetti troppo onerosi. Di base, la mancanza di una mentalità aperta in tal senso e pronta ad accogliere interventi di trasformazione, anche del modo di vivere, fa sì che anche progetti meritevoli non vengano accolti. Partendo dunque dal Nord Italia, si procede con una rassegna di casi, alcuni più interessanti e meglio riusciti di altri, ognuno dei quali si concentra su aspetti più affini alla propria località, dimostrando come gli indicatori vadano calibrati rispetto al luogo.

Programma integrato per la riconversione dell'area Alenia di Corso Marche

LOCALITÀ: Torino, Piemonte
PROGETTISTA: Studio Amati Architetti
SUPERFICIE: 24 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: -
CRITERI:

Progettato dallo Studio Amati Architetti, l'intervento si occupa della riqualificazione urbana dell'asse infrastrutturale di Corso Marche. L'area si estende su una superficie di circa 24 ettari e rientra nel programma integrato di riqualifica urbanistica (PR.IN.). Il progetto prevede innanzitutto la demolizione di tutti i manufatti ex industriali esistenti, a eccezione della torre dell'acquedotto e di una palazzina, oggetto di ristrutturazione e riconversione come scuola per l'infanzia. L'obiettivo dello studio è quello di creare un nuovo polo urbano di relazione e aggregazione sociale e culturale, proponendo un nuovo quartiere attrattivo, non un luogo di passaggio, in alternativa al centro della città, quindi a servizio di un più ampio contesto urbano. Il progetto prevede la realizzazione di edifici ad uso residenziale su un'ampia area adibita a verde pubblico servita da un asse pedonale, su cui si concentreranno anche le attività commerciali, ludiche e terziarie-ricettive, evitando un tipo di sviluppo monofunzionale. Il mix di funzioni ripropone nel quartiere le caratteristiche di vitalità dei quartieri affermati. Si tratta del primo esempio tori-

nese di un quartiere interamente pedonale, a misura d'uomo e a favore della creazione di relazioni uomo-uomo e uomo-natura, in cui le automobili saranno posteggiate nei parcheggi interrati. I nuovi edifici verranno alimentati con fonti rinnovabili e tecnologie *smart*, verranno impiegati materiali ecocompatibili, al fine di limitare l'inquinamento e le emissioni e sfruttare la luce ed il calore del sole optando per l'orientamento più adatto. (https://www.architettura-ecosostenibile.it; http://www.comune.torino.it)

Milano Innovation District (MIND)

LOCALITÀ: Milano, Lombardia
PROGETTISTA: Arexpo e altri
SUPERFICIE: 100 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: -
CRITERI:

Per la grande area ex Expo di Milano è stato approvato un progetto, non ancora in fase di costruzione, che prevede la realizzazione del campus scientifico dell'Università Statale, di uffici, laboratori, un grande centro ospedaliero e attività varie impegnate nella ricerca scientifica, medica e farmaceutica. Il progetto, non a caso, prende il nome di MIND, acronimo che sta ad indicare al tempo stesso che il centro diventerà cervello pulsante della nuova Milano metropoli di scienza, coerente con funzioni e progetti di un luogo e di una città che si sta rilanciando come *smart* e socialmente aperta e inclusiva. MIND punta a divenire dunque un modello economico che premia la sostenibilità in un contesto culturale in cui ricercatori, studenti e abitanti attivano sinergie tra educazione e ricerca. L'area è facilmente accessibile sia dalla città di Milano, che dagli altri nodi in quanto comprende gli aeroporti e l'alta velocità. Il progetto di riqualificazione, che si estende per oltre cento ettari, vuole configurarsi come banco di ricerca e innovazione, dove le competenze scientifiche si intersecano ai saperi umanistici, dando luogo alla creazione di un polo che crea opportunità di lavoro e garantisce una migliore qualità della vita, attraverso funzioni non residenziali, ma verso il terziario, configurandosi come un intervento di grande interesse per tutto il Paese. Il piano terra è stato pensato come luogo di interazione e aggregazione totalmente aperto, con corti pubbliche o semi-pubbliche. Qualunque punto dell'area è raggiungibile percorrendo un grande parco verde lineare, il Decumano. Infine, tra gli obiettivi vi è la diminuzione dell'utilizzo di automobili, attraverso macchine driverless. (https://www.huffingtonpost.it; www.mindmilano.it)

Porto di Mare

LOCALITÀ: Milano, Lombardia
PROGETTISTA: Massive Architect
SUPERFICIE: 30 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: -
CRITERI:

Al fine di valutare le prestazioni energetiche e ambientali dell'area di progettazione, sono stati utilizzati una serie di indicatori formulati dallo studio dell'area. Considerando la rilevanza dei terreni agricoli nell'area, ad esempio, una delle questioni di particolare interesse è quella alimentare. Il processo è composto da quattro fasi principali: osservazione e indagine, formulazione e ipotesi, intervento e design e infine retrofitting e ottimizzazione. La fase di indagine ha rivelato che il malfunzionamento principale era correlato a quelle caratteristiche che riguardano i vuoti, la permeabilità, la porosità e l'interfaccia. L'area è per il 91% vuota, questo rappresenta sicuramente un enorme potenziale per l'area e lascia spazio per trasformazioni future. All'interno di questa percentuale ci sono l'autostrada, aree abbandonate e molti spazi verdi residuali adiacenti agli edifici. Il vuoto vuole essere utilizzato come connettività, potrebbe essere creato un corridoio a ciclo continuo che colleghi il paesaggio agricolo e il relativo patrimonio da sud di Milano al centro della città, un sistema connesso di aree verdi, che promuove in modo completo la biodiversità urbana. Il reinserimento dei vuoti urbani e la loro integrazione migliora la diversità dell'area e aumenta la complessità morfologica e la compattezza del quartiere. Altro tema è quello della rete di trasporti esistente che diventerà più efficace e accessibile. Gli interventi previsti per Porto di Mare riguardano: promozione della pedonabilità, del ciclismo e rafforzamento della loro integrazione con i mezzi pubblici; attento uso del suolo; promozione della produzione locale di energia, in quanto un'area così ampia è una grande opportunità per creare reti intelligenti locali e redditizie strategie di produzione; gestione dei rifiuti; potenziamento del trasporto pubblico; riconoscimento della biodiversità come parte importante della vita urbana, lasciando che la natura dalla campagna entri nell'area urbana così da costruire un ambiente più piacevole; conversione della città in un produttore di alimenti, implementando le tecnologie di coltivazione ed espandendo la terra arabile; distribuzione equilibrata delle funzioni e sviluppo di spazi urbani multifunzionali; creazione di un sistema open space connesso, dove i vuoti diventano una varietà di spazi modellati pieni di significato e collegamento di una rete pedonale; gestione dell'acqua. (Tadi, Biraghi, Zadeh, 2017).

Milanofiori

LOCALITÀ: Milano, Lombardia
PROGETTISTA: Erick Van Egeraat Associated Architects
SUPERFICIE: 21,8 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2012
CRITERI:

L'intervento prevede la progettazione su varie scale, dalla scala urbana, con un vero e proprio masterplan, alla scala di edificio, con la proposta di nuovi modelli abitativi attenti alla sostenibilità e al benessere indoor dei cittadini, ponendo grande attenzione tanto alla sostenibilità ambientale quanto alla qualità compositiva e tecnologica, che ristabiliscano un forte legame tra architettura, uomo e pa-

esaggio. Il masterplan è stato realizzato dallo studio olandese Erick Van Egeraat Associated Architects e offre una varietà di funzioni tra cui uffici, abitazioni, strutture commerciali e per il tempo libero, un cinema e un hotel. Il modello abitativo si rifà a residenze con conformazione a C e giardino interno. La composizione architettonica appare molto geometrica e segmentata all'interno, pur mantenendo un'idea di unità, con trasparenza e serre solari come spazi filtro, e regolare all'esterno, con facciate ripartite da cornici che delimitano le singole unità abitative. Il progetto prevede anche lo studio degli interni, pensati come spazi flessibili con pareti mobili e serre solari. Inoltre gli appartamenti più grandi presentano doppio affaccio, garantendo una migliore ventilazione naturale e illuminazione interna. Il verde, presente all'interno delle semi-corti, è presente anche in copertura, garantendo ottime prestazioni di isolamento, fondamentale per la riduzione del fabbisogno termico invernale, carichi limitati e filtro per l'aria inquinata. Infine, un'attenzione particolare è stata rivolta all'efficienza energetica, all'uso di energie rinnovabili e all'applicazione dei materiali locali, riducendo così la necessità di trasporto e le emissioni di carbonio. (https://www.architetturaecosostenibile.it)

Social Housing e X-Lam

LOCALITÀ: Milano, Lombardia
PROGETTISTA: Fabrizio Rossi Prodi
SUPERFICIE: 1,7 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2013
CRITERI:

Il progetto di edilizia sociale, denominato "Cenni di Cambiamento" dal nome della strada in cui sorge, si estende su un'area complessiva di 1,7 ettari, secondo il progetto dell'architetto Fabrizio Rossi Prodi. Il complesso si compone di quattro edifici di nove piani per un totale di 124 appartamenti in classe energetica A, con strutture portanti in pannelli X–Lam. Gli obiettivi del progetto spaziano dal comfort alla sicurezza sismica, al risparmio economico ed energetico, alla sostenibilità ambientale, alla promozione dell'inclusione sociale e della vita collettiva attraverso servizi ricreativi, culturali e spazi comuni, concepiti come una serie di percorsi e luoghi fruibili nei diversi momenti della giornata e da diverse tipologie di abitanti. Gli stessi elementi architettonici, quali ballatoi, scalinate, ponti, androni sono destinati a diventare spazi di relazione. L'intervento prevede poi la realizzazione di un piccolo parco aperto ai cittadini, attrezzato con aree gioco e pergolati. Il progetto si rivolge principalmente a giovani e nuovi nuclei famigliari, ponendo gli appartamenti in affitto a canone calmierato o con patto di futuro acquisto. La grande novità del progetto è il senso di

comunità che si è creato a seguito del coinvolgimento dei cittadini nei lavori, dalle fasi di progettazione a quelle di realizzazione. I tempi di realizzazione ridotti e il budget contenuto, non hanno influenzato però le alte prestazioni energetiche, priorità iniziali. Il sistema costruttivo degli edifici multipiano con pannelli X-Lam è innovativo e per questo ha ricevuto molti riconoscimenti tra cui il Premio Innovazione Amica dell'Ambiente 2013 di Legambiente. (https://www.architetturaecosostenibile.it)

Villaggio ecocompatibile di Selvino

LOCALITÀ: Bergamo, Lombardia
PROGETTISTA: Ettore Zambelli
SUPERFICIE: 3 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2012
CRITERI:

Il villaggio ecologico progettato aderisce al protocollo CasaClima, riconoscendo l'importanza della sostenibilità ambientale ed energetica, e si compone di sedici unità immobiliari, di diversa metratura, ma tutte certificate in classe A. I risultati ottenuti dalla sperimentazione, in termini di prestazioni energetiche, sono riconducibili all'orientamento delle abitazioni, allo sfruttamento della radiazione solare e alle tecnologie con le quali è stato realizzato l'involucro esterno: strutture portanti verticali e orizzontali in pannelli prefabbricati in legno, isolante in polistirene, calcestruzzo, infissi in legno con triplo vetro e intercapedine a gas nobile. A questo si aggiunge che le coperture, non praticabili, sono parzialmente ricoperte da un manto erboso, che consente tra le altre cose un'ottima regolazione del microclima interno. Da un punto di vista impiantistico invece le coperture sono in parte coperte da pannelli fotovoltaici e il riscaldamento è di tipo radiante a pavimento. Un ruolo altrettanto importante è rivestito dalla serra adiacente al soggiorno, che costituisce un ulteriore spazio a disposizione e dà un importante contributo dal punto di vista energetico. (https://www.architetturaecosostenibile.it)

Le Albere

LOCALITÀ: Trento, Trentino-Alto Adige
PROGETTISTA: Renzo Piano
SUPERFICIE: 11,3 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2013
CRITERI:

Il progetto di riqualificazione venne realizzato dal Renzo Piano Building Workshop, iniziato nel 1998 e inaugurato nel 2013. La situazione attuale tuttavia è quella di un intervento non completamente riuscito, ottimo dal punto di vista teorico, ma discutibile dal punto di vista pratico. Scopo del progetto era quello di recuperare il rapporto della città con il suo fiume e superare la barriera fisica, rappresentata dalla ferrovia, che divideva il quartiere rispetto al resto della città. Nonostante l'inserimento di un

mix funzionale, privato e soprattutto pubblico, come la biblioteca universitaria, il risultato non ha creato centralità nel quartiere rispetto alla città. Una delle problematiche più rilevanti riguarda il fatto che il progetto si rivolge quasi totalmente ad una clientela medio-alta, generando un intervento omogeneo e difficilmente abitabile. Di conseguenza, gli sforzi fatti nella diversificazione delle funzioni pubbliche non sono serviti. È degno di nota però lo studio che sta alla base dell'intervento, studio condotto rispetto alle zone centrali di Trento, alle proporzioni e alla lunghezza delle strade. Questo caso è la dimostrazione che gli interventi di rigenerazione urbana per funzionare devono coinvolgere la fascia più ampia possibile di popolazione, creando nuovi posti di lavoro e migliorando di conseguenza tanto l'ambiente urbano, quanto l'apparato sociale. Attualmente le lamentale dei residenti vertono sull'assenza di servizi, che possano rendere autonomo il quartiere, su questioni economiche, di trasporto pubblico, che non consente spostamenti in ogni direzione, e di parcheggi gratuiti, concepiti in maniera insufficiente per garantire sostegno alle attività commerciali. Il 40% degli alloggi del quartiere attualmente è invenduto e nel complesso il quartiere rimane periferico. La situazione è tanto critica da compromettere anche il completamento degli ultimi lotti, tanto che parte di questi saranno venduti all'asta. (http://archivio.lavocedeltrentino.it)

Ecoquartiere Casanova

LOCALITÀ: Bolzano, Trentino-Alto Adige
PROGETTISTA: Siegfried Delueg
SUPERFICIE: 10 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2012
CRITERI:

L'ecoquartiere Casanova di Bolzano è un modello di quartiere ad alte prestazioni, composto di otto corti residenziali in cui sono previsti appartamenti per oltre 3.000 persone e una corte con funzione mista al centro del quartiere di elevata qualità costruttiva, energetica e canoni accessibili. Tutti gli edifici rispondono ai requisiti di CasaClima in Classe A e B, integrando la qualità costruttiva dell'involucro edilizio, fatto di murature spesse e ben isolate, superfici vetrate di differenti dimensioni a seconda dell'orientamento e tetti verdi, alla produzione energetica da teleriscaldamento, pompe di calore geotermiche, pannelli radianti e sistema di ventilazione controllata con recupero termico. Anche il recupero e il riutilizzo delle acque meteoriche gioca un ruolo importante, insieme alla progettazione di una zona umida, che produce effetti positivi sul microclima. La massimizzazione dell'apporto di illuminazione solare, senza problemi di surriscaldamento, è resa possibile dalla forma e dall'orientamento delle corti, attentamente pensate con altezze decrescenti verso sud per evitare ombreggiamenti tra edifici, proteggere dai venti freddi invernali e incanalare quelli estivi. Il fabbisogno

di acqua sanitaria invece è coperto dall'impianto solare termico centralizzato installato nella barriera antirumore prevista lungo la ferrovia. A completare l'intero progetto e la linea ferroviaria già presente, sono stati pensati percorsi ciclo–pedonali, linee di trasporto pubblico, che contribuiscono a depotenziare la mobilità privata, ed è in progetto una ferrovia metropolitana, snodo fondamentale per la mobilità di tutta l'area. (https://www.architetturaecosostenibile.it)

Officine delle ferrovie a Porta al Prato

LOCALITÀ: Firenze, Toscana
PROGETTISTA: Giovanni Bettarini
SUPERFICIE: 23 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: -
CRITERI:

L'intervento di riqualificazione interessa l'ex area ferroviaria Leopolda inutilizzata, dismessa e trasformata da anni in spazio multiculturale, per progetti di danza, teatro, musica ed arti visive. L'obiettivo è quello di rivitalizzare e trasformare la zona in un quartiere accessibile, di connettere gli interventi urbanistici raggiungendo una maggiore integrazione e coesione urbana, attraverso opere infrastrutturali e di verde pubblico, e di conferire quindi una nuova qualità all'ambiente. Il progetto prevede la suddivisione dell'area in tre comparti d'attuazione: il primo destinato ad opere di carattere ferroviario ed ai servizi connessi, il secondo per interventi pubblici, il terzo per un insieme di ristrutturazioni urbanistiche ed edilizie, opere infrastrutturali, verde pubblico ed opere a destinazione mista. Il costruito è connesso ad un grande parco cittadino attraverso un parco artificiale raccordato con quello naturale mediante un ponte pedonale e un sistema di terrazze, piazze, gradinate, giardini e belvederi. Nonostante i costi, il risultato potrebbe essere positivo: il recupero di un'area abbandonata da tempo e la sua restituzione alla città come luogo d'incontro e punto di riferimento potrebbe riuscire. Degno di nota è l'utilizzo di tecniche di costruzione ecosostenibili e rispettose dell'ambiente nelle finiture e nei rivestimenti che si vogliono applicare. (https://www.architetturaecosostenibile.it)

Città della Scienza

LOCALITÀ: Roma, Lazio
PROGETTISTA: Studio 015 Viganò
SUPERFICIE: 6,8 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: -
CRITERI:

Il progetto per la capitale riguarda la nuova Città della Scienza. L'intervento prevede la trasformazione dell'ex caserma Guido Reni, stabilimento militare immerso nel verde ora dismesso, in una grande area verde autosufficiente che offre ogni tipo di servizio ai cittadini, dando un rilevante contributo alla crescita economica, sociale e culturale dell'intera

città. Al concorso hanno partecipato architetti provenienti da ogni parte del mondo e tra i finalisti vi era il gruppo di designer guidato da Paolo Colarossi, la cui proposta prevedeva la realizzazione di una sorta di roccaforte autosufficiente immersa nel verde, boschi orizzontali e verticali, attività commerciali, spazi di incontro e ricerca. L'obiettivo del concorso era quello di rivitalizzare l'intero quartiere Flaminio, offrendo servizi e inclusione sociale. Il concorso bandito nel 2014 alla fine vede la vittoria dello studio 015 Viganò, il cui progetto mira a generare una centralità urbana composta di servizi pubblici nella porzione interna e funzioni residenziali nei livelli superiori. L'aspetto interessante di questo caso studio riguarda l'alto profilo mantenuto dal concorso internazionale. (http://www.wired.it; https://www.comune.roma.it)

Parco di Plinio

LOCALITÀ: Roma, Lazio
PROGETTISTA: Studio Toiko
SUPERFICIE: 4 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2009
CRITERI:

L'intervento, progettato dallo studio Toiko, per cui la bioedilizia è un caposaldo, è interessante per la sua articolazione in sei comparti, ma soprattutto per il fatto che è autosufficiente dal punto di vista energetico. All'interno della sua area, che si estende per circa quattro ettari, sono stati collocati l'Osservatorio Permanente sui Cambiamenti Climatici, la prima Isola Ambientale, 160 abitazioni, un residence, una scuola materna, un asilo nido ed attività commerciali. Inaugurato nove anni fa, è stato il primo quartiere ecosostenibile della capitale, situato in località Infernetto. Realizzato seguendo i principi della bioarchitettura, i sei diversi comparti si articolano ognuno con caratteristiche abitative differenti, ma tutti con sistemi di assemblaggio di parti prefabbricate in legno massiccio o lamellare, che oltre velocizzare le tempistiche, garantiscono un'alta capacità isolante e spese di costruzione contenute. L'autosostentamento è reso possibile dallo sfruttamento di un impianto di trigenerazione, che produce energia elettrica e la riutilizza negli impianti termici e per la produzione di acqua calda sanitaria, assicurando un risparmio in bolletta del 30%. Nonostante ciò però, le polemiche non sono mancate: l'opposizione in particolare riguardava l'abbattimento di quattro querce che si trovavano nel lotto e l'idea di costruire un quartiere sopra un acquedotto romano. Di fatto quindi sembrerebbe un progetto non riuscito: si è spacciato per ecosostenibile un quartiere che non lo è fino in fondo. (https://www.architetturaecosostenibile.it)

Quartiere The Sustainable Neighborhood

LOCALITÀ: Caserta, Campania
PROGETTISTA: Andrea Salvini
SUPERFICIE: 5 ettari
ANNO DI REALIZZAZIONE: 2009
CRITERI:

L'intervento sostenibile, a destinazione mista (residenziale e commerciale), è stato progettato dall'architetto Andrea Salvini. Il progetto si estende su una superficie di quasi cinque ettari e ha come obiettivo standard abitativi migliori. Il complesso si compone di tredici fabbricati, ognuno di cinque piani, integrati con infrastrutture e in continuazione con le aree verdi. Il piano terra è destinato alle attività commerciali e a luoghi di aggregazione. Il design dell'intero progetto segue il medesimo criterio, eccetto per i rivestimenti e per alcuni dettagli che rendono unico ciascuna costruzione. Sul lato corto di ognuno di essi sono stati applicati dei giardini verticali, come estensione del paesaggio che li circonda. Le facciate principale sono scandite da balconi e brise-soleil scorrevoli, che creano un fronte dinamico coerente. Gli edifici sono stati progettati seguendo i criteri di sostenibilità: studio dell'orientamento e del sole, risparmio energetico, recupero e riutilizzo delle acque, verde in facciata, potenziamento del comportamento passivo, tramite ventilazione naturale, adozione di pannelli radianti ad alto rendimento e di pannelli solari. (https://www.architetturaecosostenibile.it; http://salviniandrea.wixsite.com)

I casi brevemente analizzati dimostrano ancora una volta come l'Italia sia un Paese ricco di energie e opportunità, capace di grandi slanci, e che le difficili crisi economiche e sociali devono diventare occasione per guardare al futuro senza compromettere l'ambiente e il benessere delle prossime generazioni. Non è un caso che la maggior parte degli interventi degni di nota si concentri perlopiù nelle grandi città, quali Milano e Roma, capitali dell'innovazione italiana. Solo una strategia complessa, orientata alla sostenibilità ambientale, sociale ed economica, può offrire una prospettiva solida per l'intero Paese. Gli ecoquartieri possono essere un luogo di incubazione della *green economy* e più in generale del cambiamento verso una migliore qualità di vita, ma anche di nuove occupazioni, rappresentando una delle grandi frontiere dell'innovazione. A partire da queste necessità e potenzialità, nel maggio del 2011 Audis, GBC Italia e Legambiente hanno elaborato una proposta per il rilancio economico, sociale, ambientale e culturale delle città e dei territori attraverso un percorso di rigenerazione urbana: il progetto "Ecoquartieri in Italia". Il progetto parte dall'idea che la rigenerazione urbana e ambientale possa essere una chiave strategica per lo sviluppo e concentra i suoi sforzi sulla rigenerazione dei quartieri residenziali e sul recupero di aree dismesse (produttive, terziarie, militari, demaniali, ecc). L'Associazione vuole riprendere le indicazioni di fondo e ricollegarle da un lato all'elaborazione europea delle *Smart City* e dall'altro alle peculiarità dei territori italiani, sviluppando an-

golature progettuali e proposte specifiche autonome e originali.

In conclusione, il quartiere ecologico è una proposta per il rilancio economico, sociale, ambientale e culturale delle città e dei territori italiani. Le numerose sfide che il nostro Paese si trova in questo momento a dover fronteggiare contemporaneamente, quali rilancio dell'economia, recupero della competitività, rilancio qualificato dell'occupazione, risanamento delle città e dei territori dai rischi ambientali e dal declino sociale, economico e culturale, trovano risposta e soluzione in questi interventi di rigenerazione. Le grandi potenzialità della rigenerazione sono dimostrate in modo chiaro ed evidente dalle esperienze di molti Paesi europei, in cui l'azione congiunta di pubblico e privato ha sviluppato vantaggi economici e sociali di assoluta rilevanza rimettendo in circolo patrimoni edilizi e territoriali che versavano in condizioni di degrado per le loro inadeguate caratteristiche strutturali, tipologiche, energetiche e ambientali. A partire dagli esempi trattati, si è ragionato e sono state formulate ipotesi rispetto al caso studio torinese, sicuramente più vicino alla realtà europea rispetto a quelle delle grandi metropoli mondiali. Il principale motivo di distinzione sta nella diversità territoriale e culturale, definita non solo dalla mentalità, ma anche da situazioni economiche differenti, nonché da una sensibilità più o meno accentuata e sviluppata rispetto a questi temi.

1.3 POLITICHE URBANE IN ITALIA E A TORINO PER QUARTIERI IN CRISI

In diverse aree metropolitane d'Europa si è registrato negli ultimi due decenni un riacutizzarsi dei problemi sociali, che ha risollevato questioni, come la bassa qualità delle abitazioni, la difficoltà di accesso ai servizi di base, che negli anni '70 sembravano ormai superate in molte città. Questi casi hanno generato una conflittualità che si è manifestata in modi diversi, in casi estremi con rivolte e incidenti razziali, dimostrando nuovamente come alle questioni sociali corrisponda una pianificazione ambientale ed architettonica carente. La situazione richiede senza dubbio nuove politiche, nuovi strumenti di gestione e la riappropriazione di quel diritto di città, di vivere in territori propizi alla convivenza, con un'ampia diversificazione degli usi di cui parlava Henri Lefebvre. La gestione dello spazio e la progettazione dei servizi pubblici sono un fattore di sviluppo collettivo e individuale, dai quali dipende la percezione di un ambiente sicuro che favorisce la coesione sociale e l'identità culturale. La Commissione Europea, in tal senso, ha promosso diverse politiche di rigenerazione urbana, con l'obiettivo di risolvere i problemi delle città e garantire uno sviluppo equilibrato del territorio. Il confronto politico è sfociato in due importanti iniziative: la prima a favore delle aree urbane, in quanto poli di riferimento per la crescita e lo sviluppo economico, l'innovazione tecnologica e i servizi pubblici, ma anche luoghi nei quali i problemi di inquinamento, di degrado industriale, di emarginazione sociale sono più acuti; la seconda mirata a definire indirizzi strategici e azioni per lo sviluppo del territorio. A sostegno di questo, nel periodo '93-'99 una parte del fondo europeo di sviluppo regionale era già stato destinato a finanziare progetti pilota urbani utilizzando approcci integrati e intensivi, mirati per periodi non troppo brevi ma neanche estesi (Ugolini, 2000). La ridefinizione della rigenerazione urbana è frutto dell'attore europeo che ha considerato le nuove tensioni, i diversi livelli territoriali interessati e i nuovi attori coinvolti nel processo.

Nel corso degli anni '90, nuovi strumenti operativi sono comparsi anche sulla scena dell'urbanistica italiana, al punto che i programmi urbani complessi finiscono per doversi distinguere attraverso una serie di sigle: i Programmi Integrati di Intervento (PR.IN.), promossi per riorganizzare il tessuto urbanistico, edilizio ed ambientale del territorio comunale; i Programmi di Recupero Urbano (PRU) per realizzare interventi al servizio dell'edilizia pubblica; i Contratti di quartiere (CdQ), finalizzati a interventi per migliorare i servizi e la qualità abitativa di quartiere; i Programmi di Riqualificazione Urbana (PRIU) nelle grandi aree urbane; i Programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio (PRUSST) per favorire gli interventi strategici. Ognuno di essi è connotato da funzioni, soggetti, risorse, iter procedurale e accesso ai fondi pubblici (Ferrero, 2004). L'obiettivo è quello di cambiare volto alle aree più degradate, combinando azioni di

manutenzione, recupero e costruzione ad interventi di carattere ambientale, culturale e sociale. In particolare, ai PUC viene attribuita una portata innovatrice e la dimostrazione che alle emergenze della città moderna e complessa in profondo mutamento, l'impianto normativo è spesso inadeguato. Il clima che si è prodotto nel corso degli anni '90 ha favorito un mutamento procedurale lento ma pervasivo, fatto di piccoli progressi normativi, che hanno portato al rinnovamento della macchina amministrativa che ha preso avvio con la legge 142/1990 e la legge 241/1990. La sezione sviluppata non vuole andare nel dettaglio dei programmi o delle normative, l'intento è quello di far comprendere come oggi, quanto in passato, si tenta di risolvere questioni comunque decisive dell'urbanistica, dell'operatività, della gestione, della realizzabilità di interventi nel contesto urbano, promuovere la modernizzazione delle modalità di intervento nelle città attraverso un processo di rinnovamento alla base. Alla famiglia dei programmi integrati e complessi, vanno aggiunti poi gli strumenti di programmazione negoziata, contratti d'area, patti territoriali, ecc., un insieme di strumenti diversi dal punto di vista procedurale e settoriale, diversi nel modo di concepire la dimensione locale, ma che si intrecciano su un unico territorio e sollecitano nuove pratiche (Governa, Saccomani, 2002).

In particolare, anche la Regione Piemonte ha partecipato alla definizione e all'attuazione di programmi complessi, in collaborazione con l'amministrazione locale e centrale. Con i Contratti di Quartiere, finanziati con fondi per la politica edilizia, e con i programmi Urban, l'accento comincia a spostarsi verso la rigenerazione urbana, verso politiche che mirano ad interventi tanto sulla città fisica, quanto sulla città sociale. A questi si affiancano alcune esperienze di Programmi di Recupero Urbano sviluppate dalle singole Regioni: la Regione Piemonte ha assegnato la priorità nei finanziamenti a progetti pilota, che si ispirassero alla logica del programma europeo, facendo confluire sulle aree altri finanziamenti pubblici, al fine di mettere in atto una politica integrata di rigenerazione urbana (Olagnero, Ortona, Saccomani, 2001) e una tendenza evolutiva che si può definire "*dalla riqualificazione alla rigenerazione urbana*" (Governa, Saccomani, 2002). Il 31 marzo 2005 la Regione Piemonte ha pubblicato un bando a favore degli enti locali per curare l'attuazione di politiche territoriali attraverso la Programmazione Integrata di Sviluppo Locale (P.I.S.L.), uno strumento operativo di programmazione, fondato sulla formulazione di una serie di azioni coerenti e collegate tra loro, che convergono verso un comune obiettivo di sviluppo.

La stessa città di Torino a metà degli anni Novanta ha iniziato ad intervenire sul tema della rigenerazione urbana, con una lunga serie di politiche, strumenti e processi. Un fattore fondamentale in questo processo è stato la dismissione di milioni di metri quadrati di aree industriali, che ha imposto necessariamente un ripensamento sull'identità e sui grandi vuoti rimanenti. Gli investimenti olimpici hanno dato un ulteriore impulso alla trasformazione urbana, grazie alla massa consistente di risorse eu-

ropee e nazionali, pubbliche e private, da investire in progetti di trasformazione urbana, ancorati all'idea del piano urbanistico come strumento di regolazione e di trasformazione. Negli stessi anni emerge una crisi urbana che riguarda la parte storica della città: l'area di Porta Palazzo e il quartiere San Salvario diventano stereotipi di conflittualità e insicurezza.

Dalla fine degli anni Novanta la città si è occupata del problema ed ha adoperato un gran numero di risorse regionali, ministeriali, europee per intervenire e ricomporre quella coesione sociale prima esistente, adottando un approccio globale (guardare alla città nel suo complesso, migliorare la qualità della vita e promuovere un approccio trasversale), un approccio territoriale (collegare le politiche generali a specifici ambiti territoriali, valorizzare la specificità dei singoli territori), un approccio progettuale (partecipazione, associazione nell'elaborazione di progetti). La sperimentazione di diverse modalità di intervento e l'adozione di un approccio integrato è stato possibile anche grazie ad una stagione di programmi regionali, nazionali ed europei che hanno consentito l'attivazione di risorse economiche e hanno invitato attori pubblici e privati a cooperare. Questa stagione di progetti è stata l'occasione per sperimentare modalità organizzative, avviare processi di sviluppo locale in molte aree della città, attraverso agenzie, comitati, ecc.. L'obiettivo dei programmi e delle azioni locali di rigenerazione urbana è la definizione di un modello innovativo di *welfare* urbano che consenta di affrontare la complessità attraverso un'articolata attività rivolta ai quartieri della città, in grado di accompagnarne la riqualificazione, di promuovere e sostenere le reti dello sviluppo locale, di ricostruire il senso di cittadinanza. Oggi gli obiettivi delle azioni sono di allargare l'azione pubblica non soltanto ai soggetti straordinari a rischio ma anche alla fascia di mezzo (Curti, 2009). Nel 1997 è stato istituito il Progetto Speciale Periferie (PSP), che si fonda sull'esigenza di intervenire sull'ambiente urbano sia dal punto di vista fisico e strutturale, che dal punto di vista delle dinamiche sociale, con un modello che include interventi a vari livelli: culturale, educativo, scolastico, occupazionale. Il PSP quindi, per valorizzare i quartieri di cui si occupa, punta su tre aspetti: la riqualificazione urbanistica e ambientale, la creazione di occasioni di sviluppo economico e sociale, la ricostruzione del senso di appartenenza dei cittadini al territorio in cui vivono. Nel 2001 le competenze e le azioni svolte sono state assunte dal nuovo Settore Periferie, che dal 2007 è stato denominato Settore Rigenerazione Urbana e Sviluppo. Nel progetto sono state investite risorse della Città, della Provincia, della Regione Piemonte, del Ministero per le infrastrutture, dell'Unione Europea e di soggetti privati. Gli interventi riguardano molte aree della città e le modalità di azione sono diverse a seconda delle peculiarità del territorio interessato e del tipo di finanziamento attivato, alla base di tutti vi è però un tipo di progettazione partecipata. L'azione nei quartieri viene concordata con le Circoscrizioni e attivata in conformità ad un protocollo di collaborazione a partire dai programmi d'intervento e dal bisogno avvertito dai cittadini. Le azioni di sviluppo locale promosse dal PSP sono di due tipi: indirizza-

te allo sviluppo di specifiche aree territoriali e volte a creare opportunità di sviluppo economico e occupazionale, tramite contratti di quartiere, piani di accompagnamento sociale, azioni di sviluppo locale partecipato, politiche intersettoriali.

In conclusione, i diversi fattori scatenanti la crisi di un quartiere mettono sotto accusa la capacità d'integrazione delle società locali rispetto all'isolamento sociale e fisico, su cui agiscono anche la distanza, la separazione, la povertà urbanistica e architettonica. Le crisi urbane non sono solo fenomeni da spiegare o interpretare, sono potenti fattori di cambiamento, offrono agli attori coinvolti l'opportunità per ridefinire le proprie strategie, mobilitano le forze più diverse alla ricerca di risposte, interventi, misure, rimedi (IRES, 2000).

PARTE 2

IL QUARTIERE SAN SALVARIO

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E POLITICO

Torino presenta una morfologia urbana e un'organizzazione spaziale in cui le tracce del passato e le trasformazioni che hanno accompagnato lo sviluppo della città, rappresentano una testimonianza del passaggio alla nuova fase urbana e un'importante documentazione storica. All'interno della città si possono riscontrare evidenti differenze e discontinuità, ognuna delle quali delimita aree di territorio chiaramente distinte tra loro e caratterizzate dalle specifiche fasi di trasformazione: prendono vita così i vari quartieri. Se l'Ottocento è caratterizzato dalla convivenza nello stesso palazzo delle diverse classi sociali, successivamente si afferma una divisione sul territorio più netta (Jala, Musso, 1981). I settori prevalentemente popolari si concentrano nei pressi degli stabilimenti industriali, favorendo la creazione delle periferiche barriere operaie in opposizione ai più centrali quartieri borghesi. La vocazione e le caratteristiche di questi quartieri hanno subito cambiamenti notevoli nel corso della storia. Il passaggio ad una città non più etichettabile come "città industriale" è accompagnato prima da un processo di concentrazione delle fasce più ricche di popolazione nelle aree centrali e successivamente da un'inversione di tendenza con lo sviluppo delle periferie, dove i costi sono più bassi e lo spazio a disposizione è maggiore. Per indagare sulle porzioni della città e coglierne effettivamente le trasformazioni subite e quelle ancora in atto, allo scopo di attivare interventi di recupero e rivitalizzazione, l'indagine va condotta in concomitanza all'evoluzione dell'intero tessuto urbano e sociale.

San Salvario costituisce un interessante terreno di studio, al quale approcciarsi e sul quale condurre indagini e proposte d'intervento, in quanto si tratta di un quartiere ricco di potenzialità, ma penalizzato sotto alcuni aspetti, verso i quali occorre finalizzare interventi mirati, che contrastino l'immagine negativa derivante dall'esterno e dai *mass media* e impediscano i processi di degrado fisico e sociale. Connotato dalle trasformazioni sociali connesse con l'immigrazione straniera, questo quartiere è diventato serbatoio d'accoglienza di emigrati di diverse nazionalità, il cui inserimento è spesso accompagnato da situazioni di diffidenza, incomprensione e pregiudizio. Questa connotazione dovrebbe invece costituire una ricchezza per favorire la nascita di una cit-

tà multietnica e multiculturale che, a partire dalla propria tradizione storica, intervenga a risolvere quei conflitti che inevitabilmente insorgono a causa delle differenze culturali e religiose dei suoi abitanti. Il quartiere è caratterizzato da forti criticità sotto una pluralità di aspetti, che riguardano più la realtà umana di quella fisica. Le condizioni di degrado presenti a livello abitativo, la delinquenza e la povertà non sono altro che un riverberarsi di cause ed effetti reciproci che possono essere arrestati attraverso una presa di coscienza delle opportunità offerte dalla realtà urbana in questione. Implementando questo tipo di atteggiamento su più fronti di intervento si possono innescare occasioni di sperimentazione progettuale, rivolte alla loro trasformazione e riqualificazione, in un'ottica sempre più partecipativa.

Prima di procedere con l'analisi dello stato di fatto e la definizione degli scenari di rigenerazione, è bene avere chiare le azioni già intraprese nel quartiere, di seguito presentate sinteticamente. Queste si possono dividere in alcune categorie principali: progetto integrato, progetti di sicurezza e ordine pubblico, riqualificazione urbana e infrastrutture (PRU e PRIU), iniziative interculturali e mediazione dei conflitti, politiche per lo sviluppo. Il progetto integrato è il frutto dell'iniziativa del Cicsene che propone, sempre su mandato del Comune, un complesso studio di fattibilità per la riqualificazione del quartiere San Salvario (CICSENE, 1997), che prefigura numerosi interventi raggruppati in tre aree: legami sociali, gestione del territorio, obiettivo lavoro. La sua realizzazione ha incontrato tuttavia molti ostacoli, fino al 1999 quando viene attuato il Progetto Speciale Periferie varato dall'assessore Artesio. Il primo contributo del progetto è l'apertura nel 2000 dell'Agenzia per lo Sviluppo Locale di San Salvario. Partendo poi dal presupposto che la conflittualità viene favorita ed esacerbata dal degrado urbano, da aree abbandonate, strade sporche, male illuminate o caotiche, occorre agire con interventi fisici sulle strutture, interventi molto visibili con efficacia abbastanza immediata. Questo tipo di azioni, che hanno costituito la maggior parte degli interventi e un'alta percentuale della spesa, sono stati spesso sollecitati direttamente dai residenti e dai loro comitati, in particolar quegli interventi che riguardano il miglioramento dell'illuminazione di una strada o la pedonalizzazione di piccole aree. Nel 2005 poi è stato predisposto un programma di riqualificazione urbana sul progetto del parcheggio interrato di piazza Madama Cristina, che prevedeva la copertura del mercato e la risistemazione superficiale della piazza, il tutto accompagnato da un'intensa attività di comunicazione e di contrattazione con le parti interessate, al fine di evitare proteste legate alla lunga durata dei cantieri. Per colpire invece in maniera efficace lo sfruttamento dell'habitat, l'Agenzia ha ottenuto un contributo per attivare un programma di riqualificazione di alcuni alloggi degradati, un contributo a fondo perduto a favore del proprietario per l'esecuzione di opere edilizie necessarie in cambio della stabilizzazione dell'inquilino a canone concordato. La misura, oltre ad

essere meno costosa della realizzazione di nuovi appartamenti, comportava il vantaggio di mantenere anziani e stranieri nel loro tessuto di relazioni sociali, elemento fondamentale della qualità della loro vita. I Piani di Recupero progettati integrano: riqualificazione dello spazio fisico, struttura e disegno degli spazi e degli edifici, loro manutenzione; sostegno della vitalità urbana, multifunzionalità, vitalità delle attività commerciali, sociali e ricreative; mobilitazione della comunità locale, con azioni di coesione sociale, coinvolgimento attivo che aumenta il senso di appartenenza al luogo; collaborazione tra abitanti e forze dell'ordine. Le politiche sociali invece non sono state al centro della risposta dell'amministrazione comunale alla crisi. Bisogna distinguere almeno tre tipi diversi di risposte su questo terreno, che si sono presentate sulla scena del quartiere:

- il primo tipo consiste negli interventi di sostegno a favore di soggetti emarginati o a rischio, verso i quali non sono state elaborate risposte ad hoc, non è emerso nessun particolare impegno a predisporre misure in questo settore anche perchè esistevano già numerosi servizi sociali, ritenuti però inadeguati; piuttosto la crisi ha messo in scena il disagio dei cittadini italiani, non quello degli stranieri, per i quali l'amministrazione è stata accusata di aver fornito troppi servizi
- la seconda problematica è quella della convivenza tra popolazioni di etnia e cultura diversa e delle misure per favorire processi di integrazione
- la terza definizione del problema sollecita infine risposte di altra natura, per cui la crisi è espressione di un basso livello di integrazione sociale tra gli stessi cittadini italiani, alla cui base vi è una carenza di regole, l'impossibilità e la non predisposizione a risolvere le tensioni, per cui una buona parte del malcontento deriva da conflitti con vicini e con pubbliche amministrazioni, che non è possibile risolvere in via informale.

La raccolta del materiale sul campo e la successiva organizzazione hanno messo in luce nuove possibili tematiche da approfondire. La fase di feedback ha quindi portato alla riorganizzazione parziale dell'approccio iniziale, introducendo nuove tematiche relative perlopiù all'architettura e all'energia. Ultimata la fase di raccolta del materiale, questo è stato suddiviso seguendo le tematiche decise in partenza e quelle emerse in fase di analisi. Per ogni layer sono state scelte immagini e realizzate mappe tematiche che più caratterizzano il quartiere, elementi base della fase di monitoraggio.

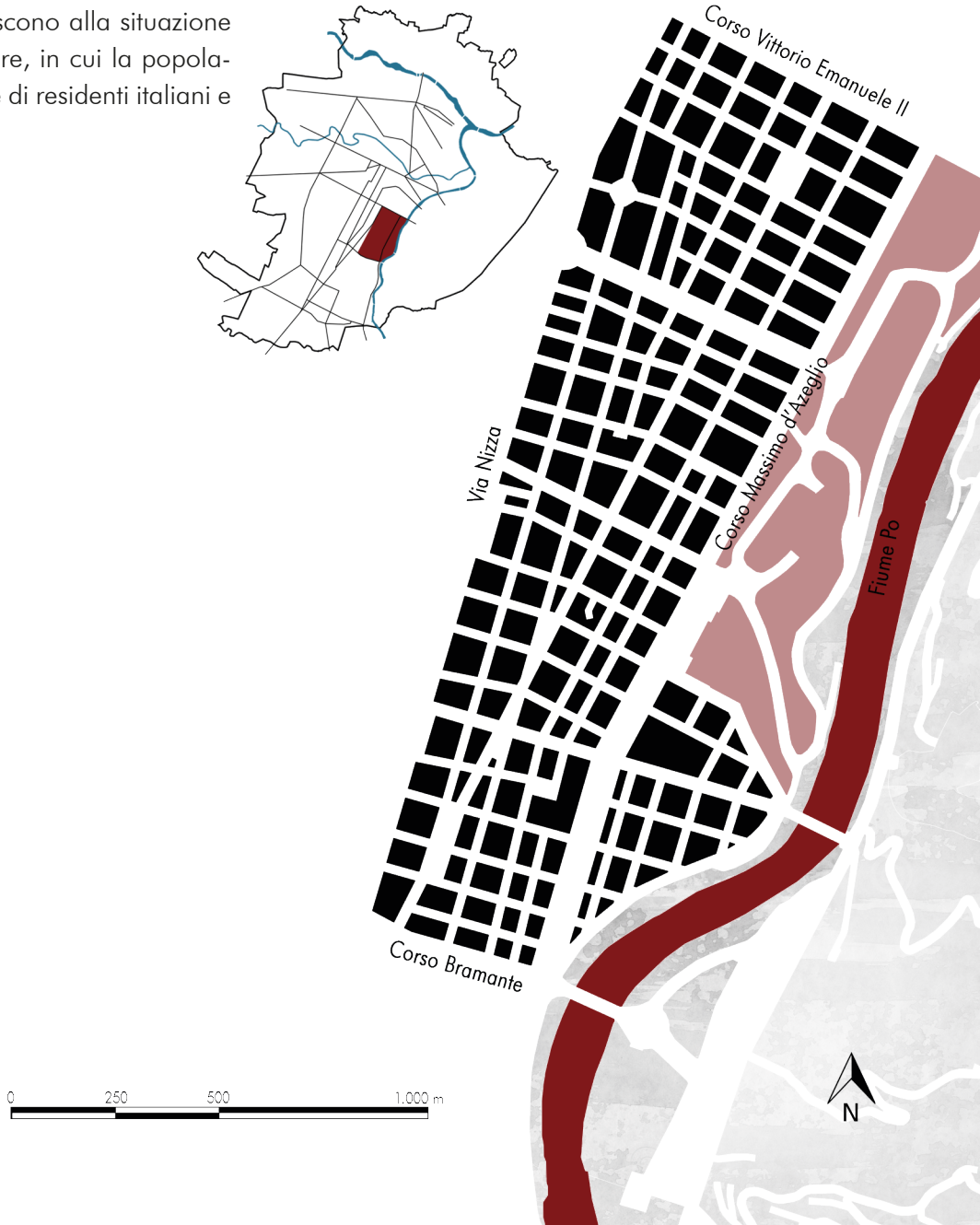
2.2 TERRITORIO E SISTEMA SOCIO-DEMOGRAFICO

Come già anticipato, oggetto della tesi è la rigenerazione urbana di un quartiere della città di Torino, città ricca di storia e capoluogo del Piemonte. Nel 1984 la città venne suddivisa in macro-zone corrispondenti ad un criterio amministrativo con i relativi centri civici divergenti per aspetti storici, architettonici, culturali e sociali, ma dotati di specificità e opportunità meritevoli di valorizzazione e promozione. Tali macro-zone vengono definite Circoscrizioni e sono a loro volta composte da una molteplicità di quartieri o borghi. Il territorio del Comune di Torino era ripartito in: 4 collegi senatoriali, 8 collegi camerali, 19 collegi provinciali, 10 circoscrizioni amministrative, 92 zone statistiche e 919 sezioni elettorali (http://www.comune.torino.it). In seguito alla riforma del Decentramento del luglio 2013, alla Circoscrizione 2 venne accorpata la 10, alla Circoscrizione 8 la 9, portando il numero di macro-zone da dieci a otto. Borgo San Salvario è un quartiere storico della Circoscrizione 8 di Torino insieme a Borgo Po e Cavoretto, a cui poi si sono aggiunti Nizza Millefonti, Lingotto e Filadelfia. L'VIII Circoscrizione è una delle più grandi della città in termini di superficie e una di quelle che più ha risentito della tensione sociale (IRES Piemonte, 1995), è stata teatro, a partire dal 1993 circa, di episodi di protesta organizzati da gruppi di abitanti nuovi ed esistenti da tempo. Sebbene non si trattasse di un fenomeno specifico solo di questo quartiere, qui ha assunto aspetti allarmanti soprattutto a causa delle particolari condizioni socio-demografiche, etniche e religiose della popolazione. Inoltre, all'epoca del massimo clamore intorno a San Salvario, irresponsabilmente creato e presto divulgato da giornali e televisioni nazionali, si registrava un generale abbassamento dei valori cittadini, al quale si sommava un deprezzamento degli immobili, a destinazione sia residenziale sia commerciale.

San Salvario è collocato in una posizione strategica di centralità urbana perché in continuità con tre importanti poli cittadini rappresentati dal centro storico, dalla stazione di Torino Porta Nuova e dal parco del Valentino (Mela, 2014). Situato a sud-est rispetto al centro cittadino, il quartiere è delimitato a nord da corso Vittorio Emanuele II, a est dal fiume Po lungo il parco del Valentino, a sud da Corso Bramante e a ovest dal tratto ferroviario Torino-Genova.

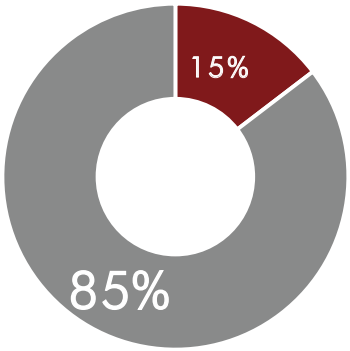
Il quartiere conta di 35.337 abitanti (4% della popolazione totale del Comune di Torino) e si estende su una superficie di circa 2,2 km^2 (http://www.geoportale.cittametropolitana.torino.it). Trattandosi di un quartiere prevalentemente residenziale gli abitanti sono distribuiti abbastanza equamente sul territorio, con una concentrazione più alta tra Corso Bramante e la stazione ferroviaria. Nonostante la popolazione locale dal 1995 abbia iniziato a diminuire, il saldo tra i flussi intercittadini in entrata e in uscita rimane comunque positivo, sia grazie all'arrivo di studenti da tutte le parti d'Italia e anche dall'estero, sia grazie

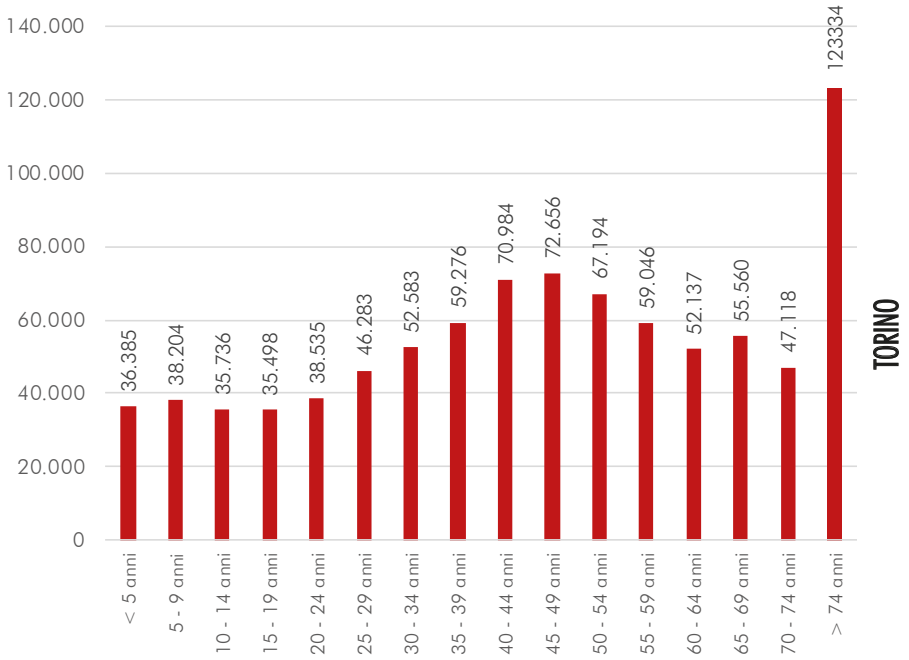
all'aumento degli abitanti stranieri che fanno di San Salvario un quartiere multietnico. I dati rappresentati nei grafici che seguono si riferiscono alla situazione demografica attuale del quartiere, in cui la popolazione viene divisa in percentuale di residenti italiani e stranieri e per fasce di età.



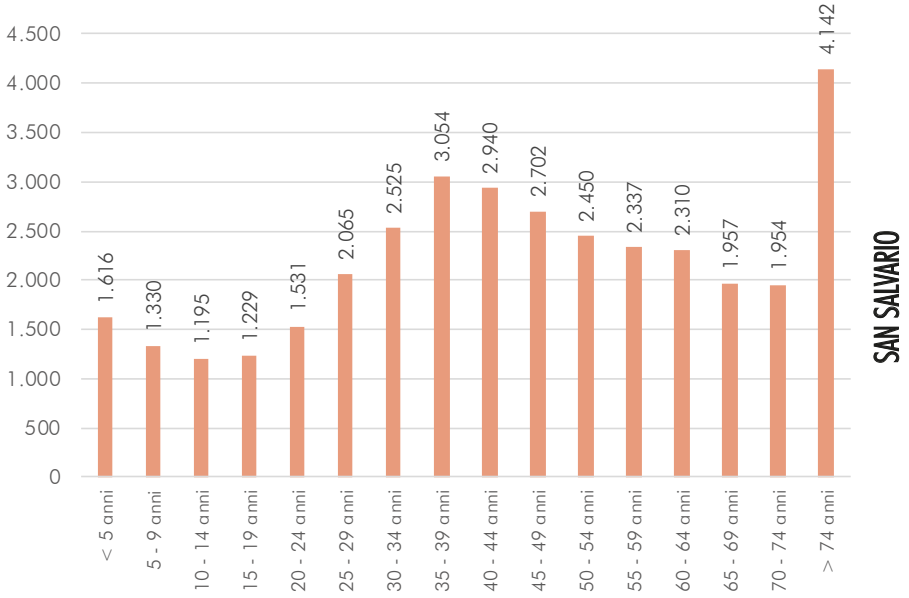
POPOLAZIONE

- TORINO: 888.921 ab.
- CIRCOSCRIZIONE 8: 129.961 ab.

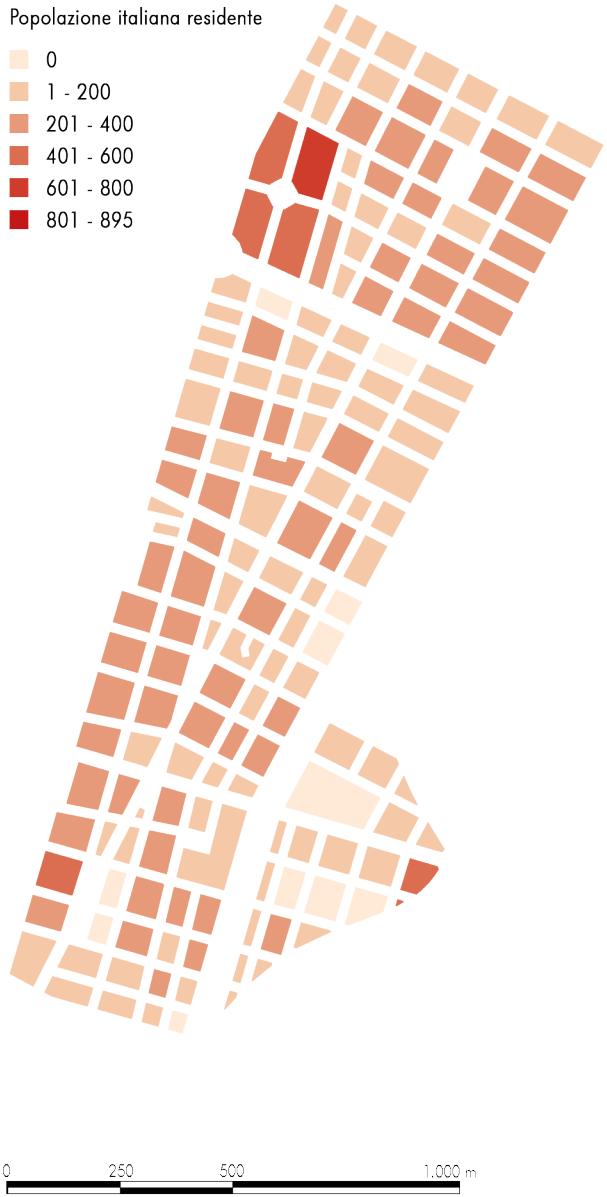




TORINO		SAN SALVARIO
423.607		19.510 4,6%
466.314		16.915 3,6%
132.730	popolazione straniera	18.736 14,1%



Fonte: http://geoportale.comune.torino.it/geocatalogocoto/?sezione=mappa, 2016


Popolazione italiana residente
0
1 - 200
201 - 400
401 - 600
601 - 800
801 - 895
0
250
500
1.000 m

Popolazione straniera residente
0
1 - 20
21 - 40
41 - 60
61 - 80
81 - 228
N

2.3 EVOLUZIONE STORICA

Il quartiere presenta una morfologia urbana molto complessa e frammentata le cui discontinuità sono legate a stratificazioni sociali avvenute nel corso del processo di sviluppo e a trasformazioni ed espansioni territoriali nel corso dell'Ottocento. Il processo di sviluppo edilizio del borgo è legato alla presenza della stazione centrale di Torino Porta Nuova, polo fondamentale nel periodo di industrializzazione, e del Parco del Valentino.

Da inizio Seicento e per tutto il Settecento il territorio era ancora prevalentemente agricolo, coltivato a vigna. I primi insediamenti di qualche rilievo riscontrabili nel Borgo risalgono all'inizio del Seicento, a seguito dell'acquisto nel 1564 da parte di Emanuele Filiberto dell'edificio che, abbellito ed ingrandito, diventerà il Castello del Valentino, residenza della Madama Maria Cristina di Francia, e la chiesa di San Solutore di Campagna (1646-1653) con annesso convento, successivamente detta "San Salvari" in dialetto piemontese, da cui prenderà il nome il quartiere. Tra il 1630 e il 1660 gli architetti Carlo e Amedeo di Castellamonte trasformano il Valentino in residenza della Madama Reale, e accanto ad esso nel 1729 viene istituito l'Orto Botanico. Al termine dell'occupazione napoleonica, avvenuta nel 1802 e conclusa nel 1814, San Salvario, già luogo di incontri tra giovani e studenti, fu protagonista di una serie di moti, durante un periodo piuttosto difficile per il riassesto politico e dinastico. A partire dal 1817, a seguito dell'abbattimento delle mura, il borgo subisce gli effetti dei primi ampliamenti urbanistici, seguiti nel 1853 dalla creazione della nuova cinta daziaria. Per circa due secoli, le due opere castellamontiane, sono i soli monumenti che caratterizzano quest'area, non ancora edificata.

Le originarie intenzioni di lottizzare il Borgo si riscontrano dal 1836 su iniziativa privata di Carlo Beccaria, che intende realizzare una serie di ville immerse nella campagna circostante la città, a cui seguono ulteriori richieste all'Amministrazione della città per la costruzione lungo "l'Allea Oscura", viale diagonale di collegamento fra il Castello del Valentino e Piazza Carlo Felice. La città inizia dunque ad interessarsi al problema della pianificazione del borgo e decide di saldare il nuovo al tessuto esistente, regolarizzando il tracciato urbano ed eliminando il viale diagonale. Con la concessione dello Statuto Albertino del 1848 iniziò dunque la costruzione vera e propria del quartiere rivolta perlopiù all'ottenimento di spazio di lavoro per una popolazione futura e volto a diventare un quartiere pilota nel processo di industrializzazione della città: il nuovo quartiere stava sorgendo tra le antiche cascine, portando via i residui di verde e di area agricola, avvicinandosi sempre di più al Valentino. La concentrazione sempre maggiore di nuovi stabilimenti industriali portò alla scomparsa di queste aree verdi e favorì la creazione di quartieri operai in opposizione ai più cen-

trali quartieri borghesi. San Salvario accolse le prime officine automobilistiche e meccaniche, tra le quali la FIAT, e si addensò di capannoni industriali che comportarono una riconfigurazione del quartiere e soprattutto un profondo cambiamento sociale. Una delle particolarità del quartiere è quella di ospitare la chiesa valdese e la sinagoga ebraica, edifici di culto realizzati dopo lo Statuto Albertino, che assicurava la libertà di culto, precedentemente negata. Lo scrittore Edmondo De Amicis, nel 1880, riporta una breve descrizione del quartiere in "La città": "*Il borgo San Salvario è una specie di piccola city di Torino, dalle grandi case annerite, velato dai grandi nuvoli di fumo della grande stazione della strada ferrata, che lo riempie tutto del suo respiro affannoso, del frastuono metallico della sua vita rude, affrettata e senza riposo; una piccola città a parte, giovane di trent'anni, operosa, formicolante di operai lordi di polvere di carbone e di impiegati accigliati, che attraversano le strade a passi frettolosi, fra lo scalpitio dei cavalli colossali e lo strepito dei carri carichi di merci che fan tintinnare i vetri, barcollando fra gli omnibus, i tramvai e le carrette, sul ciottolato sonoro.*"(http://www.museotorino.it). Solamente da metà Ottocento l'area iniziò dunque ad assumere una certa fisionomia urbana, ma cambiamenti radicali si verificarono solamente a partire dagli inizi del Novecento, quando le ondate migratorie ne accentuarono ulteriormente la riconfigurazione (Città di Torino, 2000). Nella prima metà dell'Ottocento l'obiettivo era quello di saldare il "nuovo" con il tessuto già esistente. La prima edificazione consistente dei lotti è compresa tra il 1852 ed il 1897 e le prime abitazioni si sviluppano lungo via Nizza, uno dei principali assi di traffico, nel tratto prospicente alla Stazione di Porta Nuova (Mela, 2014). Le abitazioni sulla via iniziarono ad avanzare dando vita, alla fine dei portici, a via Berthollet con residenze abitate da borghesi. Sull'onda dell'espansione edilizia il borgo venne poi lottizzato e dotato di rete viaria regolare, le cui direttrici principali erano corso Massimo d'Azeglio, via Madama Cristina e via Nizza, intersecati da corso Marconi, corso Raffaello e corso Dante (Mela, 2014). La formazione del quartiere di San Salvario si concretizza in due momenti successivi, interessando prima la zona da corso Vittorio Emanuele II a corso Marconi per poi estendersi progressivamente da questo verso corso Dante. Il Piano Fuori Porta Nuova dell'ingegner Carlo Promis offre le linee guida per lo sviluppo del quartiere, dalla scala microurbana alla scala architettonica, fino ai minimi dettagli decorativi. Promis, nominato Ispettore dei Monumenti di Antichità nei Reali Stati nel 1836, promuove all'interno del Regolamento Edilizio varianti volte a incentivare l'attività edilizia, pur perseguendo criteri di unitarietà formale del disegno urbanistico. L'edificazione prevista dal Promis si caratterizza per una forte densità e uno sfruttamento intensivo dell'intero spazio: i lotti, di dimensione medio-grandi, sono studiati per l'utilizzo razionale di ogni loro parte e sono predisposti ad ospitare edifici con case da reddito.

Con il trasferimento della capitale a Firenze nel 1865, Torino cambia il suo piano di sviluppo investendo più sulla produzione industriale e manifatturiera e sul conseguente potenziamento del polo

ferroviario e dei collegamenti. In questa seconda fase di sviluppo, che termina nel 1901, l'edificazione di San Salvario prosegue verso corso Dante e via Nizza secondo la concezione tardo ottocentesca di privilegiare lo sviluppo lungo le grandi direttrici di collegamento. La costruzione dei lotti interni continua secondo le logiche del massimo sfruttamento fino alla fine del secolo, espandendosi verso corso Marconi e corso Massimo d'Azeglio, con forme irregolari e linee inclinate solo in casi eccezionali, in cui le dimensioni sono ridotte. "*Si incontrano: - edifici d'angolo, generalmente pianificati ex abrupto, spesso a firma di architetti di una certa fama, con caratteristiche di maggior pregio: come avviene in via Nizza, dove anche le maniche semplici su cortile sono alte e sono destinate sin dal principio ad abitazione; - edifici con un solo prospetto su via, spesso nati dall'investimento differenziale del proprietario, che comincia modificando una manica semplice perpendicolare alla strada, aggiunge poi altre parti elevate sul cortile, sempre distribuite a ballatoio, infine costruisce l'edificio principale su strada, a manica doppia con relativo androne. Talvolta, la scala di quest'ultimo può trovarsi all'attacco di una delle maniche semplici sul cortile, altre volte è interna. L'edificio completo può ancora incrementare la sua redditività con la sopraelevazione integrale o di alcune sue parti.*" (CICSENE, 1996).

Negli anni Ottanta dell'Ottocento comincia a prevalere la tipologia umbertina, basata su criteri più moderni di distribuzione e pensata per le classi sociali più alte: compaiono i primi edifici a ballatoio, da quattro a sei piani fuori terra a destinazione residenziale con il piano terra ad uso commerciale, bowindows, avancorpi, torrette, balaustre di coronamento che movimentano la facciata. Contemporaneamente prosegue la costruzione degli edifici tipicamente a "L", con manica corta su strada e manica lunga che penetra all'interno dell'isolato, su lotti di dimensioni anche modestissime. Torino, con lo sviluppo della grande industria, diviene polo di attrazione per ingenti masse di lavoratori provenienti dalle campagne e dalle regioni dell'Est e del Sud Italia. San Salvario in questi anni è profondamente interessata da questa edificazione, influenzata dalle dinamiche migratorie, che prediligono l'area per la sua vicinanza alla stazione e per le caratteristiche delle abitazioni, divenendo punto di riferimento e di approdo, prima tappa di un percorso diramatosi poi verso altri quartieri popolari. Nonostante questo, il quartiere non assumerà mai le caratteristiche tipiche dei quartieri operai. Lo sfruttamento intensivo dà luogo a un quartiere saturo fatto prevalentemente di pieni, a cui si alternano soltanto due spazi aperti, rappresentati da Piazza Madama Cristina, dove ha sede il principale mercato rionale, e Largo Saluzzo. Il Promis in particolare aveva pensato Piazza Madama Cristina come spazio porticato, ma il progetto venne poi abbondato, in quanto tale caratterizzazione non si conciliava con le esigenze mercatali in essa espletate. Determinante quindi è stato il trasferimento del mercato, nel 1876, da Piazza Bodoni in Piazza Madama Cristina, dove arrivavano anche i prodotti degli orti della vicina collina: il suo successo è stato anche quello di rivolgersi ad una clientela mista, più

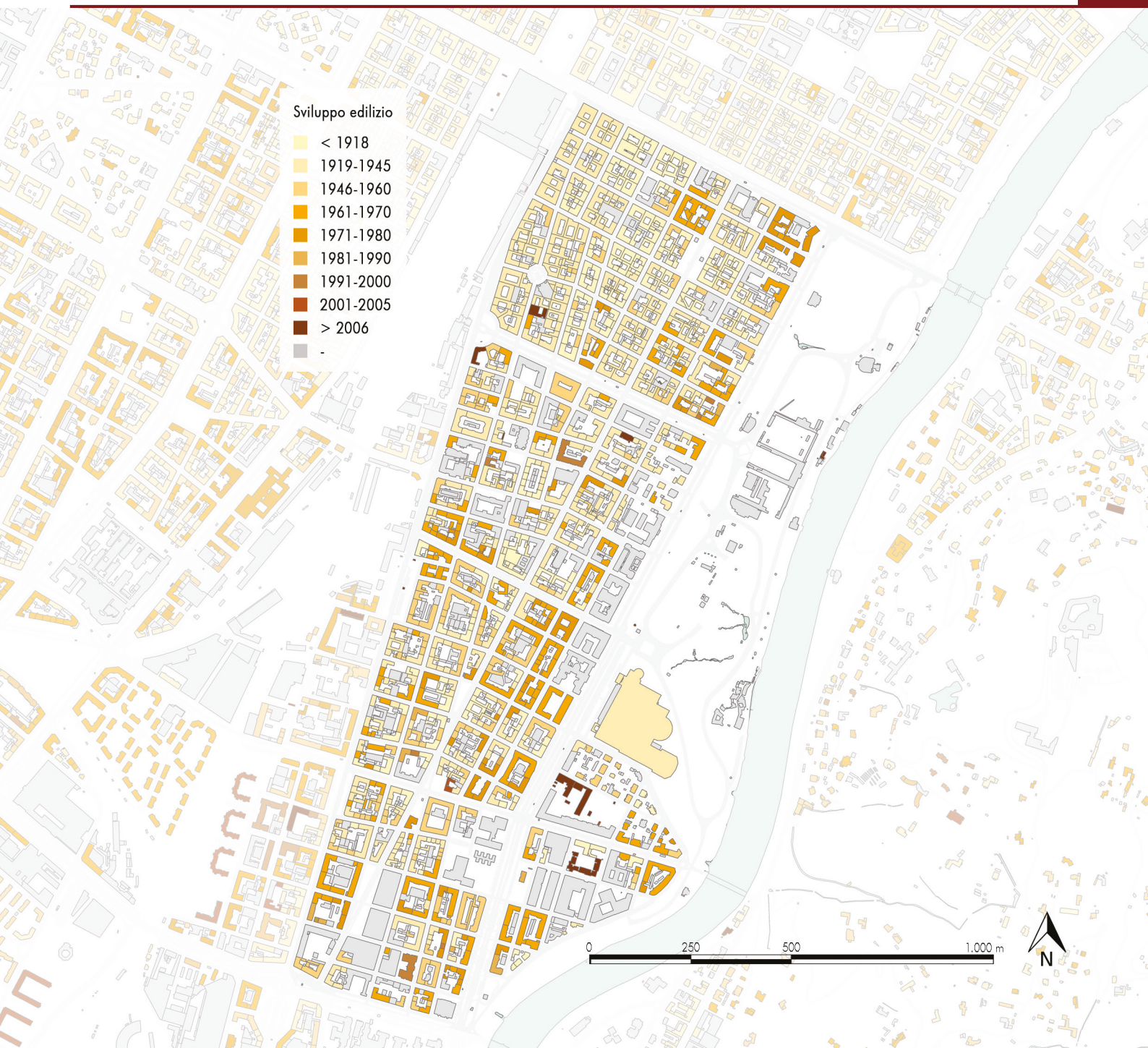
elevata di quella delle barriere e anche della media cittadina. Le attuali coperture in cemento armato e gli stand-negozi risalgono agli anni 1932-1948. Rispetto ad altri quartieri limitrofi, San Salvario presenta un'edilizia particolarmente omogenea con quella del centro storico per periodo di costruzione. Nonostante la varietà tipologica e le numerose modifiche e sostituzioni edilizie, il quartiere è piuttosto omogeneo e coerente da un punto di vista ambientale e architettonico.

L'edilizia più recente presente nel quartiere è quella caratterizzata dai condomini di lusso lungo il Parco del Valentino e l'area bombardata durante il periodo bellico, intorno alla Sinagoga. Il tratto iniziale di Via Nizza è caratterizzato dalla presenza di palazzi ottocenteschi, in continuità con quelli di Piazza Carlo Felice, edifici a manica doppia nell'involucro più esterno e a manica unica internamente, dotati di un sistema porticato, la distribuzione avviene attraverso un androne e un vano scala posizionato in testa o vicino all'accesso carraio-pedonale. In questi isolati però si riscontra anche la presenza delle tipiche case borghesi, localizzate prevalentemente in via Nizza e nel primo tratto di corso Vittorio Emanuele II, e di tessuti minori produttivi. L'organizzazione di questi alloggi è molto simile a quella dei palazzi ottocenteschi, a differenza del piano nobile, che perde la sua importanza e si uniforma all'altezza degli altri piani. All'inizio del Novecento, via Madama Cristina, via Berthollet, via Galliari e in parte via Saluzzo pullulano di negozi, avvantaggiati dalla vicinanza del mercato e della stazione di Porta Nuova, e godono quindi di un consistente afflusso di clienti provenienti da quartieri limitrofi e di pendolari in arrivo con i treni a Porta Nuova. La domanda commerciale era quindi sostenuta da un insediamento abitativo che, come già visto, includeva classi sociali diverse e una conseguente domanda di beni di consumo primari nettamente più elevata della media cittadina. Con la sistemazione del 1860 del Politecnico di Torino nel Castello del Valentino e la rilocalizzazione delle facoltà scientifiche, il quartiere si caratterizza di una forte presenza di popolazione acculturata, da professori, studenti e ricercatori con conseguenti esercizi di servizi allo studio, case editrici e molto altro. Inoltre, a differenza delle barriere operaie che videro nascere solo decine di anni dopo cinema, locali divertimento e centri di cultura, la domanda da parte della popolazione più colta contribuì alla realizzazione di due teatri, situati uno di fronte all'altro in via Principe Tommaso. Nel 1906 vennero inaugurati due cinema: in via Nizza il Salone Madrid, nei locali già occupati dal caffè ristorante Madrid; e il Nuovo Sistema. A partire dal 1945 altri cinema nel quartiere furono istituiti, tra cui il Metro Cristallo, oggi cinema Cristallo, e il Porta Nuova in via Nizza, oggi sede di un fast-food.

Attualmente il quartiere San Salvario sta diventando sempre più zona centrale ed è quindi sottoposto ad un processo di terziarizzazione che tende a far sorgere aziende di servizi più qualificate, vi è meno residenza e più presenza durante il giorno di impiegati, studenti e professionisti, mentre il commercio tradizionale tiene conto dell'immigrazione

che chiede servizi, merci e generi alimentari, di abbigliamento e di cosmesi diversi. Dopo Porta Palazzo, San Salvario è infatti l'area di Torino in cui abitano più stranieri e la presenza di numerose imprese etniche rende ancora più visibile la popolazione immigrata, che connota il quartiere in maniera evidente. In particolare, nuove attività commerciali gestite da stranieri caratterizzano via Berthollet, via Galliari, via Principe Tommaso e via Sant'Anselmo. Inoltre, recentemente sono stati terminati i lavori di arredo urbano, iniziati nel settembre 1996, per l'allargamento dei marciapiedi, la sistemazione di elementi in cemento delimitanti la circolazione pedonale e di fioriere davanti ai negozi di via Berthollet, via San Pio V, via Saluzzo e via Baretti. Un primo intervento da parte della municipalità sui conflitti sociali è stata invece l'istituzione della figura del vigile di quartiere, con compiti di prevenzione e amministrazione, una figura accanto agli abitanti a scopo educativo e culturale. L'esempio è stato tratto dai quartieri difficili di diverse città europee, come Francia, Germania, Gran Bretagna e Spagna. Nonostante l'esperimento sia entrato in pieno servizio per la prima volta a Torino nel gennaio 1997 e successivamente esteso al quartiere di Porta Palazzo, non è stato riscontrato alcun risultato significativo. Nel 1998, è stato quindi aperto in via San Pio V un "Centro per la mediazione dei conflitti", aperto al pubblico la mattina o il pomeriggio per quattro giorni alla settimana. Il Centro è gestito da operatori del Gruppo Abele, mette a disposizione tempo, spazio e assume il ruolo di mediatore in casi di conflittualità degli abitanti (fra di loro, fra gruppi etnici o con le istituzioni), offrendo particolare supporto tecnico in collaborazione con le forze di polizia.

In conclusione, la storia del quartiere San Salvario affonda le radici in un passato non troppo lontano, è uno dei quartieri "giovani" della città, nato appena dieci anni prima dell'Unità d'Italia, nel 1851. La vera costruzione del quartiere, come noi oggi lo conosciamo, è avvenuta però negli tra il 1918 e il 1990 (Città di Torino, 2000). Tracce del borgo si trovano già in alcune carte di fine Settecento, ma solo nell'Ottocento il Comune inizia a guardare a questi terreni come luogo per un'espansione a sud della città, nonostante alcune proposte suggeriscano di lasciare incontaminata la zona. Rispettando la pianta ortogonale delle antiche città romane si iniziò così a dare vita al nuovo quartiere, fatto di lotti di piccole dimensioni e regolari ai fini del massimo sfruttamento. A fine Ottocento-inizio Novecento il processo di edificazione aveva già raggiunto corso Bramante, in cui la Fiat costruì la sua prima fabbrica: da questo momento si verificò un aumento della popolazione e maggiore disponibilità di servizi. La storia del quartiere ha seguito l'evoluzione e la crescita di Torino, configurandosi come un quartiere ricco di potenzialità, date dalla mescolanza di popolazioni mobili che ha portato con sé attività commerciali e un tessuto dinamico composto prevalentemente di esercizi al dettaglio, botteghe storiche, attività ricettive, di ristorazione e di intrattenimento notturno (Mela, 2014).


Sviluppo edilizio
< 1918
1919-1945
1946-1960
1961-1970
1971-1980
1981-1990
1991-2000
2001-2005
> 2006
-
0
250
500
1.000 m
N

2.4 TESSUTO COSTRUITO E SPAZIO PUBBLICO

San Salvario viene spesso definito come "*quartiere naturale*" (Colette Pétonnet), in quanto è omogeneo per assetto urbano, aspetto dell'ambiente, età di costruzione. Molti suoi tratti identitari risalgono alla seconda metà dell'Ottocento e sono rimasti sorprendentemente stabili nel tempo. Nel quartiere oggi convivono palazzi di fine Ottocento, connotati da lunghi ballatoi, edifici più lussuosi anni Cinquanta, luoghi di culto di differenti religioni di straordinaria qualità architettonica, negozi alimentari esotici, ristoranti etnici e mercati tipici, punti di incontro per gli immigrati di diverse nazionalità. Dagli anni Novanta l'originario borgo ottocentesco, a seguito dell'approdo di immigrati che venivano a lavorare nelle industrie torinesi, si caratterizza per la forte presenza di stranieri: la prossimità alla stazione centrale, le caratteristiche degli alloggi e l'elevata offerta di soluzioni abitative a basso costo hanno fatto sì che da subito questa zona rappresentasse un punto di riferimento per immigrati stranieri e provenienti dal sud Italia. Nonostante San Salvario abbia svolto un importante ruolo di punto di approdo, questo non ha mai assunto completamente i tratti tipici del quartiere operaio e questo si è riversato anche sull'edilizia. Oltre all'offerta maggiore di sistemazioni abitative rispetto ad altre zone, gli immigrati scelgono il quartiere anche per l'esistenza di una rete di strutture ricettive, un habitat favorevole ad accogliere anche persone sprovviste di regolari documenti di soggiorno (CICSENE, 2003).

Con il progressivo aumento del numero di stranieri e di reazioni razziste avvenute in altri quartieri della città, all'inizio degli anni Novanta, a San Salvario sono aumentate le tensioni sociali (CICSENE, 1996).

Nonostante il diffondersi di attività pubbliche e dell'artigianato d'arte, forte peculiarità del borgo, l'area mantiene comunque un carattere prevalentemente residenziale (Mela, 2014). Il borgo ottocentesco sembra avere due anime: quella elegante di via Pietro Micca, via Cernaia, corso Massimo d'Azeglio su cui si sviluppano costruzioni eleganti e raffinate; quella più caratteristica di via Nizza e Via Madama Cristina propria della piccola borghesia, degli artigiani e di quella classe operaia che nella storia si è definita come "aristocrazia operaia" (Città di Torino, 2000). L'edilizia si presenta particolarmente compatta e in continuità con quella del centro storico, gli edifici sono stati costruiti come "edilizia da reddito", in prevalenza borghese (Mela, 2014). La qualità edilizia ottocentesca possiede un valore architettonico non indifferente sebbene oggi l'assenza di manutenzione ordinaria e straordinaria sia causa di un certo degrado. Gli adeguamenti e le ristrutturazioni necessarie sono tuttavia limitate dalla scarsa disponibilità economica e talvolta anche da una mancanza di sensibilità verso questi temi. Corso Vittorio Emanuele è costeggiato da edifici di un certo pregio, mentre via Nizza e via Madama Cristina sono caratterizzate da case popolari, botteghe artigiane, negozi e locali.

Via Nizza è connotata da edifici a manica doppia, con la forma a C, tipicamente ottocentesca. Buona parte dei palazzi di Corso Marconi invece è rappresentata dalla tipologia architettonica "umbertina", risalente agli anni Ottanta dell'Ottocento, non più caratterizzata da ballatoi con ringhiere, ma si prediligono tipologie di un certo pregio basate su criteri di distribuzione qualitativamente più simili a quelli attuali. L'edilizia più recente è quella lungo il Parco del Valentino e l'area presso la Piazzetta Primo Levi, un'edilizia signorile con molte villette indipendenti. Il quartiere quindi è ricco di tipologie architettoniche che esaltano l'identità storica e culturale di esso, nonostante questo però, ne risulta un aspetto omogeneo e coerente rispetto all'ambiente.

RILIEVO FOTOGRAFICO

1 Corso Vittorio Emanuele II, 9
2 Corso Vittorio Emanuele II, 52
3 Via Principe Tommaso, angolo via Giuseppe Baretti
4 Via Madama Cristina, 65
5 Largo Saluzzo
6 Via Nizza, 8
7 Corso Marconi, 19
8 Corso Massimo d'Azeglio, angolo via Cesare Lombroso
9 Corso Massimo d'Azeglio, angolo via Giuseppe Baretti
10 Corso Massimo d'Azeglio, 8

3

4

5

6

7

8

9

10

Lo stato di conservazione e la qualità architettonica degli immobili incidono naturalmente anche sui valori di mercato e di locazione che differenziano a grandi linee tre zone del quartiere: la prima in cui si registrano i valori più bassi, è quella delimitata da via Ormea e corso Raffaello, la seconda delimitata da via Pietro Giuria, e infine la terza prossima al Parco del Valentino. I valori delle tre zone appaiono comunque piuttosto omogenei, passando da valori di mercato minimi di 1.500 €/m² a 1.800 €/m² per immobili in buono stato/abitabili.

Prezzi di vendita

Zona 1
Immobili nuovi o ristrutturati: 2.500 €/m²
In buono stato/abitabili: 1.500 €/m²
Da ristrutturare: 1.150 €/m²

Zona 2
Immobili nuovi o ristrutturati: 2.700 €/m²
In buono stato/abitabili: 1.800 €/m²
Da ristrutturare: 1.300 €/m²

Zona 3
Immobili nuovi o ristrutturati: 2.500 €/m²
In buono stato/abitabili: 1.700 €/m²
Da ristrutturare: 1.200 €/m²

Fonte: Banca dati delle quotazioni immobiliari_fascia/zona Centrale/SAN SALVARIO, www.agenziaentrate.gov.it

Negli anni Duemila si è sviluppata poi una nuova categoria di spazi, nati dal riutilizzo di edifici dismessi: le case di quartiere. L'obiettivo è sempre quello di includere ed integrare il più possibile le cittadinanze con le loro culture attraverso una progettualità partecipata dalla popolazione di origini diverse. La Città di Torino, in collaborazione con associazioni ed enti presenti sul territorio, ha istituito l'Agenzia per lo Sviluppo Locale di San Salvario, il cui obiettivo è quello di migliorare la qualità della vita del quartiere sotto molteplici aspetti: sociali, economici, ambientali e culturali. Tale obiettivo viene raggiunto attraverso la conservazione dell'esistente e una riqualificazione urbana basata sulla sostenibilità. L'ideatore dell'Agenzia per lo Sviluppo Locale di San Salvario è stato il Cicsene, che fino al 2003 si è posto come soggetto tecnico di sviluppo del territorio, animando un "comitato di progetto" rappresentativo delle differenti realtà del quartiere (chiese, associazioni, comitati, scuole, imprese commerciali, artigianali e terziarie, servizi di pubblica utilità), offrendo gratuitamente al territorio servizi tecnici di sportello e ideando progetti condivisi per la riqualificazione. Nel luglio 2003 invece è stato costituito giuridicamente il comitato "Agenzia per lo Sviluppo Locale di San Salvario", fondato da dodici soggetti della società civile locale, cui è quindi stato trasferito il potere decisionale. Fino al 2006, il Cicsene è stato direttore ed è stato incaricato della gestione tecnica delle attività. L'Agenzia, partner dell'Amministrazione cittadina centrale e di quella decentrata (Circoscrizione) nella predisposizione e attuazione di politiche pubbliche per il rilancio dell'area, è ormai riconosciuta come luogo di ascolto e comunicazione per chi vive e lavora nel quartiere e come luogo di progettazione condivisa per lo sviluppo e la valorizzazione delle risorse locali. Il suo obiettivo è quello di lavorare sull'intero territorio in maniera olistica e partecipata: è un luogo di progettazione condivisa, di elaborazione di idee, di consulenza tecnica per la promozione delle opportunità di cui il quartiere beneficia, attraverso servizi di informazione e supporto. L'Agenzia si occupa di ambiente costruito (promuove interventi di riqualificazione dello spazio pubblico e privato e opera il risanamento delle case degradate), sviluppo economico e commerciale (lavora per facilitare l'insediamento in quartiere di nuove imprese), sviluppo sociale e animazione, progettazione culturale e comunicazione (opera per valorizzare le vocazioni culturali del quartiere, promuovendo le sinergie tra associazioni culturali, istituzioni e operatori). Tra i principali interventi emergono: la redazione di un Piano di Riqualificazione Urbana, la realizzazione dei Percorsi tra verde e cultura, la redazione della Guida al Borgo di San Salvario, la rivitalizzazione di un cortile in via Nizza (progetto pilota) e molti altri ancora. L'Agenzia ha promosso poi un progetto avviato nel 2017 con il nome di Co-City come opportunità per promuovere soluzioni innovative per la gestione e la cura dei beni comuni della città, in risposta al degrado urbano.

Tornando alla descrizione dell'edilizia, alla sequenza dell'abitato, si intervallano edifici di grande pregi: di carattere religioso, come il tempio valdese, la chiesa di San Giovannino, la chiesa del Sacro

Cuore di Gesù, il tempio israelitico e la chiesa del Sacro Cuore di Maria e di San Pietro e Paolo; di carattere legato all'istruzione, come la facoltà di Chimica e Farmacia, di Medicina e Chirurgia e l'istituto di elettrotecnica Galileo Ferraris; le grandi cattedrali del lavoro che hanno scritto la storia di Torino, quali gli stabilimenti della FIAT, le strutture della Microtecnica, la sede UTET in stile medievale, il Palazzo della Moda e Torino Esposizioni; infine, il caratteristico Borgo medievale del Valentino (Città di Torino, 2000). Corso Vittorio Emanuele II presente uno stile parigino dato dalla sequenza di alti platani, ma gli stili che si incontrano passeggiando per le vie del quartiere sono svariati: Art Nouveau (via Madama Cristina, corso Dante, via Saluzzo, via Donizetti, via Belfiore), particolari goticheggianti, Liberty (via Ormea, via Valperga, piazza De Amicis, corso Massimo d'Azeglio, via San Pio V), barocco (via Madama Cristina), Risorgimento (Piazza Madama). Se a prima vista borgo San Salvario può sembrare rigoroso e razionale nei suoi edifici, guardando attentamente esso è frutto di un'esplosione nel campo architettonico con un sovrapporsi di stili classici e stili innovativi, riunisce in sé dettagli del Liberty, dell'Art Decò e dell'Art Nouveau e naturalmente del razionalismo piemontese (Città di Torino, 2000). A inizio Novecento la costruzione di case da reddito rendeva evidente la differenziazione tra case borghesi, medio-borghesi e palazzi signorili, differenza che va letta però come ricchezza data la sua importanza storica.

L'analisi dei prospetti di alcune vie principali denota un'altezza degli edifici generalmente costante, con alcuni punti di discontinuità rappresentati dagli edifici di culto o da bassi fabbricati di uno o due piani fuori terra, che influiscono sullo skyline del quartiere. L'andamento delle altezze presenta un lieve aumento del numero di piani spostandosi in direzione ovest-est, proporzionalmente all'epoca di impianto dei fabbricati. Si riscontrano quindi edifici più alti nell'area compresa tra via Madama Cristina e il Parco del Valentino. Il numero di edifici associati al numero di piani, denota una concentrazione delle altezze attorno ai cinque piani, andando poi a scalare su altezza maggiori e minori. L'osservazione territoriale si è concentrata sugli isolati, esaminando alcune caratteristiche formali e architettoniche e soprattutto relative a servizi ospitati. I principali elementi esaminati riguardanti gli aspetti formali e architettonici degli edifici sono: numero di piani fuori terra, presenza di bassi fabbricati o zone porticate, accessi alle corti, pareti cieche, pieni e vuoti che emergono dal rilievo fotografico. La ricerca e la catalogazione si sono soffermate poi sulle attività dei piani terra, distinguendoli in base alle funzioni commerciali, come si vedrà nella sezione "2.7 Servizi". La sostanziale uniformità della datazione degli edifici di San Salvario si riflette sul loro stato conservativo: prevalgono edifici in mediocre stato di conservazione, che comunque denunciano una situazione non urgente di intervento di recupero, con problemi di degrado superficiale a livello di rivestimenti, intonaci e serramenti e solo raramente di degrado strutturale. Le situazioni di maggior degrado si manifestano lungo via Nizza e occasionalmente lungo via Bertholet, intorno a Piazza Madama Cristina e negli isolati

prossimi alla stazione di Porta Nuova. Gli immobili nei pressi di corso Massimo d'Azeglio, via Ormea e in generale la zona intorno a corso Marconi, di più recente costruzione, mostrano invece uno stato conservativo migliore.

Insieme alle grandi opere che disegnano la città, il mercato immobiliare, come già anticipato, ha un forte impatto sulla composizione sociale del quartiere. Gli interventi dell'amministrazione sono scarsi soprattutto per quanto riguarda la mancanza di edilizia residenziale sociale, ma il piano integrato "leggero" di San Salvario con il supporto all'attuazione dei PRU e alla rivitalizzazione del tessuto residenziale commerciale, ha comunque riscosso risultati positivi. In questo processo, il supporto dato dall'Agenzia per lo Sviluppo e la partecipazione degli abitanti stessi sono stati fondamentali. I dati demografici prevedono che a poco a poco si verificherà un nuovo spostamento degli abitanti del quartiere, ma in un'ottica di ricambio naturale e non causato da problematiche o criticità relativo l'habitat (Città di Torino, 2000). La tendenza generale si è comunque già invertita rispetto gli anni centrali della crisi del quartiere, gli abitanti oggi sono effettivamente più legati al quartiere e abbastanza soddisfatti della qualità della vita che questo offre (Città di Torino, 2000). Non va dimenticato che ai residenti del Borgo si aggiunge una categoria di nuovi abitanti: una fascia giovane composta da studenti, coppie e lavoratori, che scelgono San Salvario proprio per le sue caratteristiche e potenzialità, valorizzandolo ulteriormente. Nonostante ciò, il rischio di gentrificazione, come in tutte le grandi città, rimane presente. L'aumentata attrattiva del quartiere, constatata da flussi sempre più importanti di merci e persone, incide conseguentemente non solo sulla tipologia delle abitazioni, ma anche delle attività. Alcuni esercizi commerciali hanno subito una riconversione e un cambiamento della clientela, l'antica tradizione artigiana è andata viceversa perdendo rilevanza. Anche per quanto riguarda l'apertura dei locali notturni i pareri sono discordanti: da una parte viene visto come segnale di innovazione del tessuto commerciale variegato, come tipologia di offerta e di clientela a cui si rivolge; dall'altra però si presentano problemi di inquinamento acustico, in particolar modo nella stagione estiva, di insicurezza degli abitanti e talvolta anche di atti di inciviltà, sporcizia per le strade e atti vandalici che prendono di mira gli edifici, andando a compromettere ulteriormente la qualità del costruito.

Mentre il mercato immobiliare ridisegna continuamente la geografia sociale del quartiere, gli spazi pubblici si muovono con troppa lentezza verso un'organizzazione di luoghi adeguati alla rivitalizzazione di un tessuto connettivo. Da questa problematica sono colpite varie fasce di popolazione: anziani, giovani e famiglie denunciano la mancanza di un centro anziani, scuole materne, luoghi aggregativi al chiuso, spazi sportivi. Prima di approfondire ulteriormente questa tematica, è fondamentale introdurre il significato di spazio pubblico urbano, al fine di comprendere le dinamiche che lo caratterizzano e analizzare il suo rapporto con il contesto privato ed i suoi fruitori. Lo spazio pubblico rappresenta al tem-

po stesso lo spazio formale e fisico, ossia architettonico, e lo spazio relazionale come luogo d'incontro e condivisione, accessibile e liberamente fruibile, ovvero lo spazio di vita vero e proprio del quartiere cittadino. Fino alla fine degli anni '60, nel quartiere torinese lo spazio è chiaramente riconoscibile e costituito da piazze, strade, vicoli, giardini, da tutti quegli ambienti aperti in cui si attuano le dinamiche di una comunità (Mela, 2014). Non è raro incontrare persone che prendono il sole nei parchi o che mangiano sedute sui gradini dei palazzi, che praticano sport, che si incontrano e interagiscono nell'ambiente esterno. L'inclinazione a vivere liberamente lo spazio collettivo diventa, in alcune circostanze, quasi un prolungamento dello spazio domestico (Mela, 2014). Ad influire su questa tendenza si riscontrano diversi fattori, tra i quali la presenza multiculturale, in quanto il modo di vivere lo spazio pubblico in altri Paesi ha infatti influenzato molti quartieri italiani e tra questi emerge il caso esposto. Il desiderio e l'esigenza da parte degli abitanti di poter utilizzare lo spazio in base alle proprie necessità, unito alla mancanza di attrezzature adeguate, ha portato a una sorta di ripensamento dell'arredo urbano spontaneo. Un esempio sono le sedie e gli sgabelli in Largo Saluzzo, portati da un gruppo di persone per sopperire alla mancanza di panchine. L'iniziativa, nel corso degli anni, si è diffusa in più punti di tutto il quartiere, diventando elemento caratterizzante dell'arredo urbano. Data la massiccia adesione a questi riti spontanei, le associazioni di quartiere hanno provveduto alla colorazione delle sedute per renderle visivamente più gradevoli. Questo è solo uno dei tanti esempi di come un rito privato alla fine divenga un fattore caratterizzante il territorio, regolamentato e accettato dal Comune.

Affine al concetto di spazio pubblico, vi è anche l'arte come mezzo di definizione dell'identità territoriale, che può favorire la costruzione del significato della città da parte dei suoi cittadini. Lo spazio pubblico spesso trova la sua identità come espositore d'arte. La *street art* è il nome di queste forme d'arte che si manifestano in luoghi pubblici, spesso illegalmente e con le tecniche più disparate, dagli spray alle proiezioni video. Nata come forma di alterazione dell'ordine e critica, questa forma di espressione ha ormai guadagnato una certa rilevanza sul quartiere torinese, assumendo spesso una funzione di abbellimento e di valorizzazione di zone urbane, edifici e spazi collettivi che altrimenti risulterebbero degradati e anonimi. La tendenza ad avvalersi di forme d'arte contemporanea attiva a San Salvario nasce come un'operazione di creatività low cost nell'ottica del recupero dell'esistente e si esprime ad esempio nei graffiti sulle serrande dei negozi, come occasione di miglioramento dell'aspetto. Anche lo spettacolo dal vivo può essere un'opportunità per la "riappropriazione" dello spazio fisico della città. Vivere lo spazio pubblico attraverso spettacoli in luoghi aperti, viene già proposto da enti artistici e comunali e sotto forme spontanee di aggregazione sociale in molte città italiane. Un'altra azione spontanea dei cittadini è quella di arricchire le aree dimenticate di elementi verdi. Un fenomeno particolarmente attuale a tal proposito è quello degli orti urbani, esperienza

che ha lo scopo di costituire dei polmoni verdi per le città, educare alle pratiche ambientali sostenibili e rispondere all'esigenza di fare comunità. In San Salvario vi è un caso esemplare in un edificio dell'Ottocento ristrutturato dagli architetti dello Studio999 in collaborazione con Our Secret Garden, il cui intervento ha riguardato non solo la ristrutturazione del palazzo, ma anche la realizzazione di un orto urbano collocato sul tetto di un basso fabbricato.

Ultimo tema inerente lo spazio pubblico, particolarmente attinente al caso torinese, è quello delle corti. Il tessuto urbano di San Salvario, sviluppato con il piano di ampliamento di Carlo Promis, è connotato da conformazione urbana fatta di vie ortogonali ed edifici a corte. La rivalutazione dello spazio pubblico nella città ha portato alla rivitalizzazione dei vuoti, visti, non più come spazi trascurati dall'edilizia, ma come spazi creati dal progressivo formarsi della città compatta e come tali degni di rivitalizzazione. Questi "spazi pubblici privatizzati", nascosti dall'edilizia ottocentesca, presentano tutte le caratteristiche formali e sociali di uno spazio pubblico tradizionalmente inteso pur essendo giuridicamente privato. Oggi, questi vuoti vengono sempre più spesso rivalutati e riqualificati dai residenti per sopperire alle inefficienze dell'amministrazione comunale, non preoccupata di questi spazi il più delle volte degradati. Emblematica è l'occasione di Paratissima, in cui i cortili privati sono stati resi temporaneamente pubblici, ospitando installazioni artistiche ed eventi. Anche questo caso si colloca dunque tra le forme di appropriazione degli abitanti di uno spazio giuridicamente privato, con annesse una serie di problematiche legislative sulla reale fattibilità.

Sull'organizzazione dello spazio pubblico, e in parte anche sul tessuto costruito, ha influito anche il cambiamento dello stile di vita degli abitanti, sempre più relegati nell'uso dell'automobile. Questo ha comportato una riduzione di strade pedonali, piazze, aree verdi a spazi accessori alla residenza, mutandone la definizione storica. Gli esempi europei di pedonalizzazione e depotenziamento dell'uso dei mezzi privati stanno influenzando anche le amministrazioni comunali italiane a ripensare a spazi più vivibili e a misura di cittadino. I tempi di attuazione prolungati dalla burocrazia per l'attuazione di proposte di miglioramento urbano, rendono necessarie misure spontanee atte a trasformare spazi degradati in nuovi ambiti di socializzazione, dimostrando come, con l'azione spontanea, aree giuridicamente non trasformabili, possano diventare un'occasione per riottenere lo spazio pubblico e la necessità di un ripensamento delle regole e dei codici della pubblica amministrazione caso per caso. Di fatto tutte queste iniziative, legali e non, donano vita ad ambienti standardizzati, invogliando il cittadino a vivere gli spazi di tutti.

Dalla fase di analisi e di osservazione del quartiere sono emerse problematiche e punti di forza del territorio preso in esame e in particolare sono state delineate alcune incongruenze nella fruizione del quartiere. Lo spazio pubblico in senso stretto, cioè l'insieme di assi stradali, aree di sosta e marciapiedi

di amministrazione pubblica, pur essendo interessato da una forte affluenza da parte della popolazione locale, viene concepito come luogo per il traffico e la sosta veicolare. Su una larghezza media di undici metri delle vie, soltanto un terzo è a disposizione dei pedoni e una parte ancora minore dedicata a percorsi ciclabili. L'insieme delle corti private viceversa è ancora sottoutilizzato da parte della popolazione. Se da un lato c'è una spinta privata per la riappropriazione degli spazi, l'intervento pubblico risulta essere assente o concentrato su interventi ad una scala più ampia.

2.5 MOBILITÀ

Storicamente le direttrici principali sulle quali si è sviluppato il quartiere erano: corso Massimo d'Azeglio, via Madama Cristina e via Nizza, intersecati da corso Marconi, corso Raffaello e corso Dante. Ancora oggi queste sono le vie più trafficate tanto dai veicoli, quanto dai pedoni. Le curve di isolivello diurno e notturno (http://www.geoportale.cittametropolitana.torino.it) confermano quanto detto.

La mobilità nel quartiere San Salvario rappresenta elemento di interesse e di forte conflitto per la popolazione residente. La necessità di spostarsi all'interno del quartiere e verso altre zone della città, talvolta con una mancanza di organizzazione specifica, ha generato scontri tra diverse categorie di fruitori, rispetto all'utilizzo di mezzi diversi, preferenze e abitudini.

L'analisi è stata condotta differenziando due differenti modalità di spostamento:

- *mass moving*, con cui si intende mobilità sostenibile orientata all'utilizzo di mezzi a emissioni zero o comunque volti al trasporto di un numero di passeggeri tale per cui l'impatto sull'ambiente viene minimizzato
- *single moving*, con cui si intende la mobilità legata ai singoli mezzi propri, siano essi automobili o moto, ma con un impatto maggiore.

Per quanto riguarda la prima modalità, il quartiere è servito da numerose linee bus o tranviarie, concentrate su corso Vittorio Emanuele II, corso Marconi, via Madama Cristina e via Nizza, e dalla linea metropolitana con la stazione Porta Nuova, la stazione Marconi e la stazione Nizza, che hanno consentito un importante decongestionamento del traffico veicolare privato. Nonostante la frequenza delle linee, il quartiere nel complesso risulta servito diversamente a seconda della scala territoriale di riferimento: la linea metropolitana e le linee tranviarie e di pullman permettono un rapido collegamento con altre zone di Torino ad ampio raggio, ma alcuni degli spostamenti di piccolo raggio nel quartiere sono in larga parte mancanti. Da alcuni anni sono poi stati introdotti i servizi di *car* e *bike sharing* (TObike). I parcheggi dedicati al servizio di auto condivise sono disposti lungo via Nizza, in prossimità della stazione di Porta Nuova, all'altezza di Piazza Nizza, ai capi di corso Marconi e lungo corso Raffaello. Numerose e discretamente distribuite sono anche le rastrelliere del servizio di condivisione biciclette. Al contrario tuttavia, è scarsa e mal progettata l'infrastruttura a supporto degli spostamenti ciclabili: l'unica pista ciclabile totalmente dedicata è quella lungo il Parco del Valentino, in quanto quelle lungo via Nizza e corso Marconi attualmente sono frammentate e non idonee alla sicurezza degli utenti. Passando ora alla seconda modalità di spostamento, il sistema viario dedicato ai mezzi privati con auto o mezzi a due ruote motorizzati si divide in arterie principali a due sensi

di marcia e in vie secondarie generalmente a senso unico. Le strade ad alta frequentazione, come corso Vittorio Emanuele II e corso Massimo d'Azeglio, sono organizzate differenziando mobilità pubblica e privata. Altre vie, come via Madama Cristina e via Valperga Caluso, si compongono di un'unica corsia percorsa da mezzi privati e pubblici sulla stessa carreggiata.

In mancanza di separazione della viabilità, sorgono quindi problematiche relative al co-utilizzo della stessa carreggiata stradale da parte delle categorie, creando conflitti e un elevato livello di pericolosità per chi si muove in bicicletta. Da un lato, anche nel territorio torinese c'è una chiara spinta verso la mobilità verde, come dimostra l'introduzione di punti TObike, l'inserimento di una pista ciclabile lungo corso Marconi, l'apertura di centri specializzati e le manifestazioni come le "giornate camminabili", in cui per alcune ore è vietato il traffico veicolare; dall'altro però oggi c'è ancora una forte e radicata preferenza verso l'auto, sia da parte di chi transita nel quartiere, sia da parte dei lavoratori che provengono da altre zone o città. Altra iniziativa, che non ha ancora preso avvio, da parte di associazioni locali riguarda l'estensione delle zone 30 a tutto il territorio di San Salvario. La questione maggiormente sentita e diffusa sul territorio riguarda comunque i conflitti tra mobilità ciclabile e veicolare, che spesso non si conclude lungo le vie pubbliche, ma presentano caratteristiche simili anche all'interno delle corti, in cui sorgono conflitti tra chi vorrebbe parcheggiare l'auto nello spazio condominiale e chi preferirebbe mantenere tale spazio libero per altre attività. La maggior parte dei cortili, a differenza di quanto visto lungo le strade, non consente comunque la sosta di autoveicoli se non per un tempo breve, ma consente il posizionamento di biciclette seppur in molti casi, anche qui, senza rastrelliere o arredo specifico.

Il problema della sosta, anche negli altri quartieri torinesi, rappresenta una realtà ancora lontana dall'essere risolta. Lo spazio adibito alla sosta di autoveicoli privati non è bilanciato dalla possibilità di sosta delle biciclette che vengono parcheggiate ovunque ve ne sia la possibilità: marciapiedi e qualunque palo disponibile vengono interessati dal posizionamento di alcune biciclette, rappresentando spesso elemento di ostruzione per il passaggio pedonale. Questa abitudine porta inevitabilmente a conflitti tra i cittadini, che trovano manifestazioni in cartelli su cancellate e serrande dei negozi. Anche per affrontare il problema della sosta ciclabile sono state sviluppate una serie di iniziative, per ora maggiormente a scopo divulgativo che risolutivo, come l'elemento di arredo urbano Ri.Nuova che permette il posteggio di tre biciclette ed è realizzato riutilizzando il pallet o il sistema rastrelliera che trasforma un posto auto in otto posti bici.

Per descrivere i flussi che interessano il territorio ci si è basati sull'osservazione diretta in loco. L'analisi ha interessato due aspetti diversi, il primo relativo alla quantità di mezzi di trasporto lungo le vie e il secondo relativo alla concentrazione pedonale sullo spazio pubblico. Questa è stata svolta in due

momenti distinti della giornata in modo da delineare una diversa casistica di utilizzo. È stata riscontrata una forte presenza di mezzi lungo i corsi principali, mentre alcune arterie risultano addirittura sottoutilizzate. I flussi riguardanti la mobilità pedonale dipendono direttamente dalle attività presenti sul territorio: è stata infatti constatata un'alta frequentazione in via Madama Cristina, con punte di concentrazione nella piazza del mercato, nella zona di Porta nuova e di via Berthollet. Le piazze del territorio sono diversamente frequentate: se da un lato Largo Saluzzo e Piazza Madama Cristina vedono un forte flusso di persone, per la piazzetta di fronte alla sinagoga e largo Marconi non vale lo stesso. La distribuzione dei flussi automobilistici durante le diverse ore del giorno varia in maniera consistente con concentrazione nelle ore mattutine e nel tardo pomeriggio, orari di entrata e di uscita dagli uffici. Quelli relativi al flusso pedonale invece vedono l'interessamento della zona mercatale e di via Berthollet durante il giorno e una maggiore fruizione delle vie Baretti, Sant'Anselmo e Pellico nelle ore serali per la presenza di numerosi locali.

I problemi legati alla mobilità restano tra i principali sentiti dagli abitanti (Mela, 2014). Il traffico è intenso specialmente sui corsi a scorrimento e in continuo aumento in particolare dopo l'estensione della vicinissima area ZTL, tanto che risultano difficoltosi anche gli attraversamenti. Si sente molto anche il problema dei parcheggi insufficienti, anche se al tempo stesso l'obiettivo è quello di lasciare più spazio per i pedoni. Contro ogni aspettativa, il parcheggio interrato di Piazza Madama Cristina resta ancora sottoutilizzato. Le ragioni riguardano sia i prezzi, più alti rispetto ad altri, sia gli orari ridotti che non consentono la sosta serale e notturna, che è quella più problematica. Così quando la piazza viene liberata dai banchi del mercato, essa viene occupata abusivamente dalle automobili, eliminando uno spazio prezioso per i cittadini. Le istituzioni, coscienti delle necessità, assicurano che ben presto gli spazi per i cittadini aumenteranno, tanto che si stanno già studiando ipotesi per pedonalizzare alcune vie. Infine, altre due questioni che non vanno sottovalutate riguardano il livello di percezione di insicurezza, causato dalle vittime dell'intenso traffico veicolare, e l'inquinamento atmosferico e acustico provocato dal traffico, che non incide solo sull'ambiente, ma anche sulla salute e sul benessere degli abitanti.

RILIEVO FOTOGRAFICO

1 Corso Vittorio Emanuele II
2 Via Claudio Luigi Berthollet
3 Piazza Madama Cristina
4 Via Madama Cristina
5 Fermata Metro Marconi
6 Viale pedonale Parco del Valentino
7 TOBike, Parco del Valentino

1

30
2

3

www.avipitalia.it
4

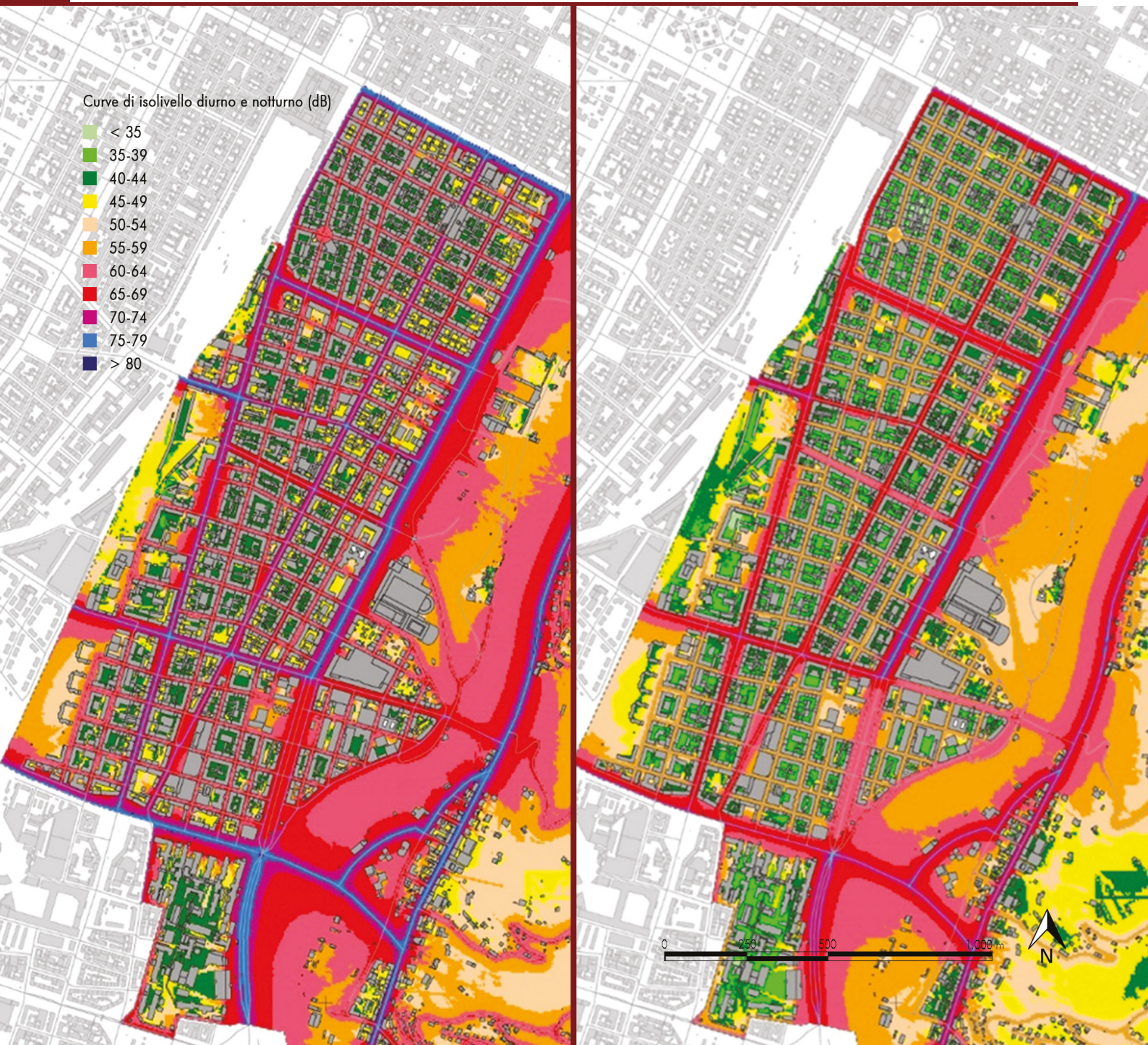
M
AED
MARCONI

5

6

7

Strada principale
Linea Metropolitana
Strada pedonale e ciclabile
Fermata Metro
Punto car sharing
Punto bike sharing
0
250
500
1.000 m
N


Curve di isolivello diurno e notturno (dB)
< 35
35-39
40-44
45-49
50-54
55-59
60-64
65-69
70-74
75-79
> 80
0
250
500
1.000 m
N

2.6 MULTICULTURALITÀ

Lo sviluppo industriale ha fatto di San Salvario un grande polo di attrazione per masse di popolazioni provenienti non solo dalla campagna ma anche dall'Italia nord-est e dall'Italia meridionale. La vicinanza alla stazione poi ha reso queste dinamiche migratorie sempre più forti. Il quartiere è diventato un luogo di approdo importante per le diverse popolazioni che giungono a Torino in cerca di lavoro. Attualmente dei 35.337 abitanti di San Salvario oltre il 18% sono stranieri, una delle percentuali più alte di tutti i quartieri di Torino. La popolazione straniera si concentra perlopiù verso la stazione ferroviaria, dove i valori di mercato e di locazione sono più bassi. Di pari passo con il forte aumento di queste popolazioni, la Città di Torino ha dovuto prendere provvedimenti anche a sostegno del reddito socio-assistenziale in favore degli stranieri (Città di Torino, 2000). La multiculturalità, seppur con alcune contraddizioni, rappresenta l'elemento più caratterizzante del quartiere: in ogni luogo e ad ogni ora del giorno, è forte la presenza di culture ed etnie diverse. Alle insegne di negozi e ristoranti in decine di lingue diverse si intersecano stili di vita diversi manifestati a partire dalla modalità di utilizzo dello spazio da parte degli abitanti.

La mescolanza di popolazioni ha portato con sé anche le religioni. San Salvario vanta infatti della compresenza di tre confessioni religiose monoteiste, ognuna fortemente rappresentata: la religione cristiana con le chiese SS. Pietro e Paolo ed Evangelica; l'ebraica con il Tempio israelitico e la mussulmana con la Moschea. Dopo lo Statuto Albertino, che assicurava la libertà di culto, venne ospitata la chiesa valdese e la sinagoga ebraica, segnali di forte integrazione e convivenza, che ha portato alla formazione di un Comitato Interfedi della Città di Torino. Oggi le comunità religiose sono molteplici: Comunità Ebraica, Parrocchia Santi Pietro e Paolo Apostoli, Tempio Valdese di Torino, Comunità dei Carmelitani Scalzi, Chiesa di San Giovanni Evangelista, Moschea Omar. Non tutte le religioni hanno gli stessi spazi e possibilità e, in molti casi, soprattutto per la religione islamica, i luoghi di culto si trovano in strutture non idonee come bassi fabbricati o scantinati, adibiti ad aule di preghiera, scuole coraniche e così via (Mela, 2014). La storia di San Salvario è dunque caratterizzata dalla convivenza di differenti comunità religiose, da un'eterogeneità sociale e da una forte vivacità. Il primo tempio edificato è il Tempio Valdese, costruito tra il 1851 e il 1853 ad opera di Luigi Formento (Gabetti, Griseri, 1973), a cui sono annesse opere sociali: la fondazione dell'ospedale valdese nella casa del Pastore, trasferito nel 1872 in un palazzo di via Berthollet, ampliato nel 1905 e nel 1998; una scuola degli artigianelli e una scuola religiosa domenicale; la biblioteca evangelica e la libreria-editrice Claudiana; un teatro a disposizione di tutto il quartiere, senza discriminazioni religiose o ideologiche (http://www.museotorino.it). Per contra-

stare l'affermazione valdese, la comunità cattolica fa erigere: tra il 1865 e il 1867 la chiesa dei SS. Pietro e Paolo in Largo Saluzzo, costruita con il contributo dei cittadini; tra il 1878 e il 1882 il complesso delle opere salesiane di San Giovanni Evangelista, presto trasformatosi in una scuola privata; l'Oratorio San Luigi rivolto a tutti i ragazzi del quartiere. Nel 1838 l'Istituto San Salvario, sorto in prossimità della chiesa e del convento di San Salvario (prima San Salvatore), passa dai Frati Servitori alle Suore di Carità, che lo trasformano in ospedale per anziani e poi in casa di ospitalità con un centro di accoglienza e di ascolto, rivolto in particolare agli stranieri. Nel 1881 viene poi fondato l'Istituto religioso retto dalle "Suore di nostro Signore del ritiro del Cenacolo", abbattuto nel 1960 per erigere un lussuoso edificio residenziale. Tra il 1880 e il 1884 la comunità ebraica costruisce la Sinagoga, in stile moresco, come di moda, su progetto dell'ingegnere Enrico Petiti. I bombardamenti del 1943 causano grandi devastazioni nel Borgo e colpiscono anche la Sinagoga, successivamente ricostruita all'esterno, in modo identico. A San Salvario l'importanza, anche finanziaria, degli ebrei, rafforza le attività commerciali. Decine di esercizi infatti sono gestiti da famiglie ebraiche, alcuni dei quali tutt'ora attivi, sono rivolti al commercio di tessuti, antiquariato, ferramenta e molto altro, in cui all'offerta di prodotti nuovi uniscono quella di oggetti usati. Nel dopoguerra, quest'ultimi hanno assunto anche un attivo ruolo culturale, attraverso il loro centro studi, l'istituto degli orfani e l'apertura delle scuole materne, elementari e medie, riconosciute dallo Stato. In questi ultimi anni nel quartiere sono sorte anche tre piccole moschee: quella di via Berthollet, allestita in un appartamento preso in affitto e riservata a donne e bambini; quella di via Baretti, ricavata da un magazzino al piano seminterrato; la terza, più recente, in via Saluzzo in un basso fabbricato sito nel cortile.

RILIEVO FOTOGRAFICO

1 Chiesa di San Giovanni Evangelista, Corso Vittorio Emanuele II, 15
2 Tempio Valdese, Corso Vittorio Emanuele II, 23
3 Parrocchia Santi Pietro e Paolo Apostoli, Largo Saluzzo
4 Sinagoga, Piazzetta Primo Levi

1

3

GLS
2

0-24
4

L'analisi delle relazioni personali e delle conflittualità che derivano dalla multiculturalità, non sono spesso di facile comprensione per un osservatore esterno non integrato nella vita e nei meccanismi del quartiere. La ricerca si è quindi concentrata sulle manifestazioni spontanee dei residenti che, in molti casi, si esplicitano in cartelli, scritte e simboli rappresentanti necessità e richieste rese esplicite da gruppi di persone o singoli. La ricerca di tali manifestazioni ha portato a delineare alcune tematiche maggiormente sentite e diffuse sul territorio.

Come si evince dallo studio svolto dal Cicsene e dai dati GIS raccolti, l'area di San Salvario presenta una delle più alte concentrazioni di stranieri, tra tutti i quartieri torinesi. Tale peculiarità non è nuova a questa zona, che nell'evoluzione storica si è rilevata un importante punto di riferimento per i principali flussi migratori interni alla città e al Paese. Dalla fine della Seconda Guerra Mondiale fino a metà degli anni Settata, Torino, e più in generale il Piemonte, è la maggior regione italiana ad accogliere il flusso di immigrati provenienti dalle zone più depresse del Mezzogiorno. Lo sviluppo industriale costituisce un potente fattore di richiamo e contribuisce a innescare questo imponente fenomeno di trasferimento di massa, con effetti rilevanti sul quadro demografico. Alcune fasi di immigrazione, caotiche e incontrollate, hanno portato inevitabilmente anche situazioni di diffidenza e incomprensione, sfociati spesso in duri episodi di discriminazione, determinando un accumulo di problemi sociali, accompagnati da una generale confusione del sistema legislativo. La soluzione abitativa più frequente in questa realtà è quella della coabitazione in alloggi di amici o parenti già in città, in sistemazioni precarie in soffitte e abituri fatiscenti del centro storico o in cascinali fuori città. Per lungo tempo, pochi riescono ad ottenere alloggi popolari a causa delle tempistiche burocratiche e della mancanza di stanziamenti adeguati. Le uniche possibilità di fermare gli atteggiamenti xenofobi nei confronti della popolazione straniera, di superare le situazioni di isolamento e reiezione, e di inserirla nella società sono da attribuire alle iniziative di recupero e di solidarietà promosse da organizzazioni sindacali e comitati di quartiere. Attualmente sono subentrati diversi cambiamenti sulla composizione sociale della popolazione e sulla provenienza degli immigrati di origine straniera, ma pur variando i soggetti non mutano gli atteggiamenti di intolleranza già manifestati in passato. La percezione che si ha della "nuova" immigrazione è fortemente condizionata da quella "vecchia" (Città di Torino, 2000). Nei confronti della situazione migratoria si riscontrano letture superficiali e un'interpretazione riduttiva di questa realtà con cui si viene a contatto, impregnata di stereotipi e luoghi comuni. La "paura del diverso", la diffidenza dai diversi stili di vita condotti e dalle attività svolte non fanno che alimentare i contrasti e rendere problematica la convivenza. L'area di San Salvario ancora oggi registra annualmente un incremento della concentrazione di popolazione straniera, proveniente in buona parte da paesi non appartenenti all'Unione Europea. La quantità esatta di questi cittadini non è facilmente individuabile a causa delle numerose situazioni di illegalità in cui molti si trovano a vive-

re. Secondo i dati del Comune di Torino, i residenti stranieri in città sono sull'ordine dei settantamila soggetti, a cui vanno sommate tutte quelle presenze che sfuggono alle rilevazioni statistiche (Città di Torino, 2000). Analizzando in dettaglio il fenomeno nell'arco temporale dal 1996 si constata un forte incremento percentuale delle presenze straniere in primis nel 1997 e successivamente nel 2001, a cui ha fatto seguito un calo nel 2002 e un nuovo decisivo aumento nel 2003 (CICSENE, 2003). A questo proposito è interessante osservare come le variazioni annue degli stranieri residenti sia in stretto legame con le disposizioni di legge vigenti nello stesso periodo, come nel 1997, anno in cui si riscontra un aumento del fenomeno migratorio piuttosto consistente, con una variazione del 19%, attribuibile agli effetti legati all'applicazione del Decreto Dini. Nel 2000-2001 si ottiene la regolarizzazione di molte presenze con la Legge Turco, mentre un ulteriore aumento della popolazione straniera residente, con una variazione percentuale del 32%, si evince nel 2003 in seguito alla sanatoria operata dalla Legge Bossi-Fini (CICSENE, 2003). Oltre agli aspetti legislativi, la scelta di stabilirsi nel quartiere va attribuita alla maggiore offerta di sistemazioni abitative rispetto ad altre zone, ad un habitat favorevole all'accoglienza e alla presenza degli altri connazionali precedentemente insediatisi, che possono dare ospitalità ai nuovi arrivati offrendo loro una sistemazione provvisoria e creare un clima più favorevole all'integrazione. Nonostante ciò, da alcuni anni si è verificata la tendenza al decentramento residenziale verso zone periferiche e semiperiferiche, lungo l'asse di corso Giulio Cesare, verso Borgata Aurora e zona Monterosa. La preoccupazione più rilevante della questione migratoria emerge dall'alta disoccupazione che rende precari i permessi di soggiorno. Nel corso del 2000 il numero di stranieri iscritti al Registro delle Imprese è stato positivamente influenzato dal processo di regolarizzazione previsto dalle recenti normative e si è andata quindi consolidando la partecipazione attiva degli immigrati all'economia locale.

Analizzando i dati del Cicsene riguardo la composizione degli immigrati in base alla loro provenienza risulta che buona parte di essi sia di origine africana, con una percentuale pari al 52% per la zona di San Salvario. La comunità più radicata e numericamente più rappresentata all'interno dell'area è quella marocchina, per la quale si è registrato negli ultimi anni il minore incremento percentuale di nuove presenze. Subito dopo la comunità africana, si trovano le componenti della comunità asiatica e in particolare di quella cinese, dell'ordine del 20%, seguiti dagli immigrati provenienti dall'Europa dell'Est, che risultano in crescita. Tra questi ultimi, la Romania (16%) è la nazione che ha avuto l'aumento più vistoso. In generale, negli ultimi anni, si può osservare come l'incidenza percentuale degli stranieri provenienti dall'Africa sia sostanzialmente diminuita a favore di quelli originari dei Paesi dell'Est europeo. Anche l'America del Sud è presente nella popolazione e registra una percentuale anche abbastanza considerevole.

AREA GEOGRAFICA	STRANIERI RESIDENTI	VARIAZIONE (%)
Africa	931	39,1
Est Europa	625	26,2
Asia	373	15,7
America sud	308	12,9
Europa UE	115	4,8
America nord	29	1,2
Oceania	1	0
Totale	**2.382**	100

Popolazione straniera residente a San Salvario per Continente

PAESE DI PROVENIENZA	STRANIERI RESIDENTI
Romania	422
Marocco	418
Perù	226
Filippine	214
Egitto	190
Albania	129
Nigeria	106
Cina	98
Tunisia	51
Somalia	39

Popolazione straniera per Paese di provenienza

ETÀ	FEMMINE	MASCHI	TOTALE
0-13	130	163	293
14-17	24	26	50
18-24	75	68	143
25-39	400	538	983
40-54	169	270	493
55-64	29	28	57
Over 65	17	13	30
Totale	**844**	**1.106**	**1.950**

Popolazione straniera per classi di età e sesso

Da qualche anno si sta registrando una netta riduzione della popolazione torinese residente, tendenza da un lato legata a una propensione a preferire la cintura della città, dall'altro al generale invecchiamento (Cicsene, 2003). La popolazione migrante rappresenta dunque un importante contributo anche all'arricchimento delle fasce di popolazione più giovani, che altrimenti risulterebbero percentualmente deboli. L'immagine negativa che risulta dalla percezione di queste realtà a forte connotazione straniera, alimentata spesso da una cattiva informazione, può essere fronteggiata con l'educazione alla multicultura e attraverso l'adozione di opportune politiche d'intervento. La percezione di insicurezza nel quartiere è senza dubbio cambiata molto nel corso degli ultimi anni: oggi più che mai i volti stranieri sono considerati pura normalità nelle strade di San Salvario e in alcuni casi diventa un valore, uno dei motivi per cui le persone, italiane e non, si trovano

più a proprio agio. Ad aumentare il senso di fiducia nei confronti delle componenti stranieri un ruolo fondamentale è giocato dalle iniziative e dalle animazioni, che fanno sì che si conoscano le differenze reciproche, apprezzandole maggiormente.

La presenza dell'immigrazione straniera, in conclusione, ha apportato profonde modifiche agli stili di vita, alle forme dell'abitare e alle modalità di utilizzo dello spazio pubblico, ed è ormai accolta come un fatto consolidato, parte costitutiva della realtà di San Salvario e deve essere intesa come risorsa e ricchezza per la stessa vitalità dell'ambito.

2.7 SERVIZI

San Salvario è un'area commercialmente forte, assortita e in grado di confrontarsi competitivamente con altri quartieri di Torino. La ricchezza di servizi fa sì che il quartiere diventi un piacevole luogo di interazione e integrazione tra giovani e adulti e gli garantisce una certa autonomia. Accanto ai servizi, di seguito brevemente analizzati per tipologia, molte sono anche le iniziative: tra i laboratori presenti emerge quello di pittura, cinema d'animazione, luoghi riservati ai ragazzi portatori di handicap, progetti di fotografia, laboratori per creazioni artistiche con materiali di riciclo e molto altro. San Salvario è un po' una vetrina di creatività aperta a tutti, un laboratorio che stimola la fantasia e l'immaginazione grazie ad animatori, artisti e artigiani che mettono a disposizione la loro esperienza, le loro capacità al servizio di tutti (Città di Torino, 2000). Le iniziative coinvolgono tutte le fasce di popolazione, in termini di età e interessi, da quelle legate al tempo libero e alla socializzazione per i giovani fino a quelle di assistenza domiciliare vera e propria per chi ha problemi di autonomia, come gli anziani. Molto apprezzati sono anche gli appuntamenti estivi con spettacoli musicali, concerti e rappresentazioni teatrali negli spazi aperti.

Dall'analisi del quartiere sono state estrapolate le informazioni necessarie a delineare mappe relative a singole tematiche. L'aspetto trattato è quello dei servizi per la comunità, che possono essere di carattere pubblico o privato. Sono compresi in queste categorie negozi, scuole, sedi di assicurazioni, ospedali, spazi ludico-ricreativi e così via. Dall'analisi emerge una distribuzione uniforme su tutto il quartiere, con una vasta presenza di luoghi destinati all'istruzione, anche religiosa, e all'attività di associazioni. Inoltre, spicca anche un altro aspetto, ovvero quello della forte impronta multiculturale del quartiere che si manifesta in ristoranti o locali etnici, negozi di prodotti specifici e luoghi di culto. Questa seconda tipologia di attività, che si rivolge a una porzione della popolazione e rappresenta una risposta alle reali necessità o abitudini appartenenti a culture diverse da quella autoctona, è concentrata maggiormente nell'area di territorio vicina alla stazione ferroviaria di Porta Nuova e lungo le vie Saluzzo e Berthollet.

2.7.1 Attività commerciali e di ristorazione

Per quanto riguarda il commercio, il maggior numero di attività si occupa di articoli di vestiario, calzature e articoli in pelle seguiti da prodotti alimentari e mobili, elettrodomestici e materiale elettrico in generale (Città di Torino, 2000). Nel 1995 sono stati individuati 46 esercizi e 33 attività etniche (Città di Torino, 2000). La ricchezza di commerci, sia quantitativamente che tipologicamente, ha reso fondamentale e necessaria la capacità di inventare e creare nuovi commerci originali, diventati oggi fattori di forza e caratterizzazione del quartiere.

Oltre al commercio fisso, altra componente dell'economia di quartiere è data dal commercio mobile, a cui appartiene ad esempio il mercato di Piazza Madama Cristina, il terzo in ordine di grandezza rispetto a tutti i mercati della città di Torino, che offre una grande varietà di prodotti, dai generi alimentari agli indumenti, ai prodotti dell'artigianato locale e multietnico (Città di Torino, 2000). La terza componente è quella delle attività artigianali, generalmente di piccole dimensioni e di gestione familiare. Il settore più sviluppato è quello della manifattura alimentare, tessile, delle pelli e del mobilio (Città di Torino, 2000). Per concludere, altre attività presenti riguardano esercizi pubblici, quali ristoranti, bar, il settore che ha registrato la maggiore espansione, e ancora strutture ricettive, alberghiere e attività terziarie. La presenza nel quartiere di un'alta concentrazione di negozi, botteghe, bar e altre attività ha condizionato chiaramente le modalità di utilizzo diurno degli spazi, spostando la frequentazione lungo determinate vie. San Salvario è conosciuta anche come "*la Torino da degustare*" (Città di Torino, 2000), denominazione connessa alla quantità di locali di ristorazione tra cui scegliere, di cucina piemontese e non.

Nel quartiere infatti pullulano birrerie, pizzerie, locali etnici. La ristorazione sta crescendo sempre di più negli ultimi anni con proposte anche molto innovative: sull'area infatti non sono famose quelle cucine piemontesi o torinesi che celebrano il grissino o il gianduiotto, bensì quelle etniche, dalla cucina cinese e giapponese, a quella brasiliana, argentina e messicana, a quella araba, indiana e pakistana (Città di Torino, 2000).

La presenza di attività orientate a soddisfare i bisogni primari degli abitanti e la presenza di esercizi rari ed etnici fanno di San Salvario un quartiere economicamente dinamico. Non mancano tuttavia delle evidenti difficoltà di tali esercizi commerciali, che sono stati costretti a chiudere a causa di bisogni diversi legati ad una popolazione che sta cambiando nel tempo. La variazione del mercato è legata fondamentalmente a due dinamiche: l'afflusso di molti stranieri con culture diverse, alimentari e non, e una popolazione più giovane e più interessata alle attività notturne, rappresentata in buona parte dagli studenti universitari. In particolare, il processo di incremento dell'economia etnica, ovvero delle attività produttive che commercializzano prodotti di importazione o iniziative economiche gestite da stranieri, rappresenta comunque una direzione positiva, soprattutto dal punto di vista dell'integrazione nel tessuto economico cittadino, sebbene vengano messe in moto anche dinamiche concorrenziali ed atteggiamenti di diffidenza (CICSENE, 1996).

2.7.2 Verde

San Salvario può essere considerato un insieme di ecosistemi integrati che dal Parco fluviale del Po arrivano alla collina (Città di Torino, 2000). Tra i punti verdi, indicati nella mappa tematica, emerge il parco del Valentino, uno dei primi parchi pubblici ad essere progettato in Italia, con l'Orto botanico con moltissimi esemplari tra flora locale e specie esoti-

che. Nell'analisi del verde sono state prese in esame le aree con presenza di alberi, cespugli e aiuole, ponendo particolare attenzione alla differenziazione tra verde pubblico e verde privato. Il territorio in generale è caratterizzato da una presenza di verde privato piuttosto ridotto, riconducibile ai soli giardini delle abitazioni di costruzione più recente, come quelle in corso Massimo d'Azeglio e verso corso Marconi in particolare. Il verde pubblico invece è rappresentato da viali ampiamente alberati come corso Marconi, corso Massimo d'Azeglio e corso Vittorio Emanuele II e zone con presenza di vegetazione minore, come via Berthollet.

Il vero polmone verde di San Salvario è il Parco del Valentino, il più importante parco cittadino in origine parco della residenza sabauda del castello (Mela, 2014). Il parco ospita il Borgo Medioevale, un insediamento neogotico costruito agli esordi come padiglione dell'Esposizione Generale Italiana Artistica e Industriale, svoltasi a Torino nel 1884. Il parco è un punto fondamentale di attrazione di sportivi e turisti, di aggregazione e gioco durante le ore diurne, di notte invece si trasforma in un vero e proprio locale notturno a cielo aperto (Città di Torino, 2000). Il parco è delimitato da un perimetro ben definito: a nord corso Vittorio Emanuele II, a est il fiume Po e a ovest corso Massimo d'Azeglio, barriere nette che lo dividono dalle parti costruite della città. Nonostante si configuri come meta di importanti flussi esplorativi e turistici, il grande parco romantico manca ancora di alcuni dettagli importanti per offrire un prodotto turistico di qualità. Tracciato secondo il gusto romantico dell'epoca, la varietà paesistica che lo caratterizza valorizza l'area attraverso percorsi e giardini parigini, accuratamente pianificati. In prossimità del parco si trova poi Torino Esposizioni, il cui attuale progetto di riqualificazione prevede la sistemazione del nuovo campus del Politecnico di Torino per gli studenti di Architettura, Pianificazione e Design e il ripensamento con nuove pedonalizzazioni, piazze, ulteriori spazi verdi e la sostituzione dell'asfalto con pavimentazioni naturali e permeabili.

2.7.3 Cultura e arte

Alcune tra le istituzioni culturali di maggiore rilevanza sono presenti sul territorio di San Salvario: primo fra tutti il Borgo Medievale con la sua rocca visitabile all'interno, un museo a cielo aperto che sorge lungo le rive del fiume Po, nel Parco del Valentino (http://www.borgomedievaletorino.it). Altri esempi sono: la Promotrice delle Belle Arti, che ospita mostre collettive periodiche dei soci, fra i quali vanta artisti di rilievo come De Chirico, Alvar Aalto, Le Corbusier, Francesco Hayez, Daphne Maugham Casorati e molti altri; il Museo della Frutta, per riflettere sul tema, attualissimo, della biodiversità, con la collezione di centinaia di varietà di frutta; il Museo di Anatomia umana, nato nel 1739, che mostra scoperte scientifiche, rievoca vicende legate all'attività della scuola anatomica torinese negli ultimi trecento anni; il Museo dell'Orto Botanico; il Museo di Antropologia Criminale Cesare Lombroso; il Centro Storico Fiat, museo e archivio aziendale, che espone automobili, aeroplani, treni, biciclette, lavatrici, fri-

goriferi, modellini in scala, ricostruzioni di parti del processo produttivo, documenti cartacei e disegni tecnici di automobilismo e storia industriale.E ancora Lombroso 16, un progetto culturale con sede nella biblioteca civica Natalia Ginzburg, che offre spazi per coworking e tanti corsi dedicati alla letteratura e alla scrittura creativa; il Teatro Colosseo e il Cineteatro Baretti, l'ex Cinema Cuore e il Cinema Maffei.

L'interesse mostrato dagli abitanti per la cultura e l'arte non si manifesta solamente nell'apertura di veri e propri spazi fisici e architettonici, ma soprattutto nella volontà, o necessità, da parte degli abitanti di trovare luoghi dove rappresentare sé stessi tramite installazioni artistiche, puntuali ed organizzate. Queste forme di espressione artistica stanno diventando parte integrante del carattere del quartiere. È il caso di Paratissima, fiera internazionale di arte contemporanea, e di moltissime altre attività ed eventi promossi dalle associazioni in vari campi (musica, recitazione, ecc.), distribuite durante tutto l'anno e che raccolgono un bacino di interesse sempre più grande.

2.7.4 Istruzione

Il quartiere è ricco al suo interno anche di istituzioni per l'istruzione, che interessano giovani e adulti, dalla tenera età fino a corsi di specializzazione e lavorativi. La presenza massiccia di scuole, pubbliche e private, e istituti di ogni grado e indirizzo fa sì che il quartiere da questo punto di vista sia in qualche modo autonomo, il che è un fattore importante soprattutto per le giovani famiglie con i bambini che possono facilmente raggiungere la destinazione a piedi. Accanto a questo aspetto, non va dimenticato anche il grande valore architettonico che alcune di queste costruzioni hanno. La suddivisione che segue distingue gli istituti tra asili, scuole primarie, secondarie e superiori, università, corsi e spazi di studio.

Scuole e istituti:

Scuola Primaria San Giovanni Bosco, Istituto Comprensivo Statale I.C. Manzoni, Scuola Pubblica Elementare Silvio Pellico, For.Ma. Protette San Giuseppe, Scuole Pubbliche, Asilo Nido Le Pratoline, Scuola Ebraica, Scuola di Alta Formazione al Management, Istituto Europeo Ricerca Formazione Orientamento Professionale, Scuola Adleriana di Psicoterapia, Scuola di musica, Scuola Rosmini, Scuola Bonacossa, Corsi di fotografia, I.I.S. "C.I. Giulio", Circolo informatico (corsi di computer e non solo), Scuole Materne Municipali

Università:

Facoltà di Architettura, Pianificazione e Design, Dipartimento di Biotecnologie, Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco, Facoltà di Scienze Geologiche, Biblioteca del Dipartimento di Medicina e Oncologia Sperimentale. Sezione di Patologia, Dipartimento di Anatomia, Farmacologia e Medicina legale, The Software University, Politecnico di Torino (Via Morgari), Aule Torino Esposizioni.

2.7.5 Sport

Anche per quanto riguarda lo sport, San Salvario e più in generale la Circoscrizione VIII è uno dei quartieri più ricchi. Lo sport torinese nasce all'epoca di Torino capitale del Regno: la società di canottaggio, il club di scherma in villa Glicini, lo stesso parco del Valentino nacque come giardino dello sport con al centro un laghetto per il pattinaggio e la pista di atletica (Città di Torino, 2000). Le società storiche sono tutt'ora attive grazie alle concessioni degli impianti fatte dal Comune. Gli impianti, liberamente accessibili o a pagamento, attualmente presenti comprendono bocciofile, palestre, piscine aperte sia in estate che in inverno, volley, pallacanestro, pallamano, tennis in terra rossa e pattinaggio su roller.

1

2

3

RILIEVO FOTOGRAFICO

1 Mercato di Piazza Madama Cristina
2 Parco del Valentino
3 Società Promotrice delle Belle Arti, Viale Diego Balsamo Crivelli, 11
4 Cinema Metropol, Via Principe Tommaso, 5
5 Liceo Statale Regina Margherita, Via Valperga Caluso, 12
6 Facoltà di Architettura, Castello del Valentino
7 Biblioteca Centrale di Architettura Roberto Gabetti, Corso Mattioli, 39
8 Canoa Club, Viale Umberto Cagni, 23

4

5

6

7

8

Servizi
Aree verdi
Scuole
Nidi
Babyparking
Centri
Università
Ospedali
Strutture socio-assistenziali
Farmacie
Chiese
Altri culti
Teatri
Musei
Cinema
Impianti sportivi
Biblioteche
Luoghi di interesse
Mercati
Attività commerciali
0
250
500
1.000 m
N

2.8 MOVIDA E VITA NOTTURNA

La posizione strategica e il fitto numero di attività perlopiù notturne fanno di San Salvario il quartiere della movida cittadina. Il quartiere ha conosciuto negli anni una progressiva specializzazione come area destinata alla fruizione serale, specializzazione che ha portato con sé l'inevitabile trasformazione dell'assetto economico e soprattutto sociale, con un atteggiamento fortemente esclusivo nei confronti di alcune parti di popolazione da una parte e un'ulteriore valorizzazione della natura multiculturale dall'altra (Città di Torino, 2000). Le attività si concentrano perlopiù nell'area compresa tra via Bertholet, via Saluzzo, via Baretti e via S. Anselmo. Questo monopolio di attività serali e notturne ha fortemente compromesso il tessuto commerciale dell'area, con significative conseguenze in termini di prosciugamento delle attività diurne e congestione notturna (Mela, 2014). Le criticità che ne conseguono riguardano infatti le attività artigianali in netta diminuzione rispetto al passato, perché sostituite da nuove attività più richieste da quelle popolazioni mobili e giovani che sembrano essersi sostituiti ai residenti, e il rumore e il senso di insicurezza e paura tra residenti e proprietari delle attività. Questo fenomeno quindi ha sicuramente inciso sul *restyling* degli spazi e sulla frequentazione, attirando ogni sera un consistente numero di persone, generando non poche proteste da parte degli utenti. Se da un lato ciò appare come un segnale di miglioramento, non vanno trascurati gli effetti contrastanti che mettono profondamente in crisi i tratti di un'identità locale (Belluati 2004).

Nonostante oggi il quartiere sia percepito come più sicuro e le lamentele degli abitanti siano rivolte più al chiasso e all'inquinamento acustico, in realtà questa sicurezza è dovuta più alle apparenze, alle strade pulite, alle case meno degradate, ad un'illegalità più nascosta. In un articolo pubblicato il 01/02/2017 su La Stampa di Lodovico Poletto e Pier Francesco Caracciolo emerge subito dal titolo come in effetti questa sicurezza sia superficiale: "*Microcriminalità, è San Salvario la zona più critica*". Rapine, aggressioni e molte altre forme di violenza denunciate da tante persone sono reali e frequenti, al punto che si sta stilando una cartina sulle vie più pericolose, quelle vie definite "periferie in centro", accompagnate dai numeri, dati certi che consentono di comprendere concretamente l'entità del problema. Le zone più complicate rimangono quelle in prossimità della stazione. Quell'equilibrio fragile di San Salvario di cui parla l'articolo è inevitabilmente legato a una mancanza di controllo efficiente da parte delle forze dell'ordine e di politiche di contrasto alla criminalità organizzata in generale. Il Comune viene poi accusato di non aver fatto abbastanza per tutelare il diritto della salute dei cittadini, evitando immissioni sonore eccessive. I residenti lamentano di una movida molesta divenuta insostenibile negli ultimi anni. Nei mesi estivi è stato imposto il "coprifuoco" di tre mesi, soluzione che ha portato a degli effettivi cambiamen-

ti in positivo, sebbene una porzione dei cittadini risenta di queste imposizioni (http://torino.repubblica.it). Le regolamentazioni di questo tipo dovrebbero riguardare una scala più urbana, non concentrarsi in un'unica area, solo per rispondere al malcontento di alcuni. I risultati delle rilevazioni dell'Arpa, agenzia piemontese per la protezione ambientale, parlano di un inquinamento acustico calato mediamente di 2 decibel (Mela, 2014). I risultati ottenuti sono sicuramenti positivi ma non ancora sufficienti per la comunità, tanto da rendere necessari nuovi provvedimenti per limitare la vendita di alcool da asporto e l'orario di apertura dei dehors. Accanto al problema rumore la microdelinquenza rimane una costante: spaccio, prostituzione, furti sono sotto gli occhi di tutti coloro che anche solo transitano.

RILIEVO FOTOGRAFICO

1 Largo Saluzzo
2 Via Giuseppe Baretti
3 Viale Parco del Valentino

2.9 ASSOCIAZIONISMO

Fino agli anni Ottanta San Salvario era considerato un quartiere pericoloso e fatiscente, il tessuto urbano presentava già aspetti di degrado sociale. La cattiva fama del quartiere era legata alla microcriminalità, allo spaccio e alla prostituzione che configuravano zone non frequentate a causa di un senso di insicurezza negli abitanti. La situazione attuale si presenta migliore rispetto a quella precedente. A partire dagli anni Novanta infatti iniziò un processo di ristrutturazione delle case, processo che seppur lento ha consentito di fermare i fenomeni prima descritti. Di pari passo si è sviluppato un forte associazionismo di quartiere, stimolato dalle problematiche e dalla presenza delle molte etnie presenti (Mela, 2014) e favorito dalla popolazione che lo abita, fatta per la maggior parte di giovani, studenti e immigrati.

Di seguito vengono elencate le principali associazioni formatesi negli anni:

Associazione Viaggi con l'Asino, GreenBox, Associazione Scacchistica Torinese, Associazione Culturale Emporium, Associazione Percorsi, Associazione Culturale Centro Jazz, Casa del Quartiere di San Salvario, Associazione Culturale Italiana, Asai, Associazione Culturale Sangam, Oratorio Salesiano San Luigi, Associazione per le Attività Educative e Culturale, Associazione Nahual, Associazione Culturale Controluce-Teatro d'Ombra, Associazione Culturale Ma.Ter, Associazione Arte e Giovani, Associazione Culturale Carignano, Associazione Culturale Pediatri dell'Ovest, Associazione Cuochi di Torino e Provincia, Centro Culturale Islamico di Torino, Centro Culturale Spagnolo di Torino, Agenzia per lo Sviluppo di San Salvario Onlus, Centro Incontro San Salvario

Tra le principali associazioni elencate, meritano particolare attenzione l'Emporium e la Casa del Quartiere. La prima, emblema della creatività e della sperimentazione degli abitanti di San Salvario, è sede di atelier e laboratori di artigiani i cui oggetti fatti a mano vengono esposti sotto le tettoie del mercato rionale di Piazza Madama Cristina e richiamano l'attenzione di stilisti, designer ed editori. La Casa del Quartiere invece è uno spazio per tutti gli abitanti di San Salvario dedicato ad attività sociali, culturali e di animazione, tra le quali una cucina laboratorio, laboratori multimediali e per attività artistiche, spazi per incontri e mostre e uno spazio all'aperto, attrezzato per proiezioni e piccoli spettacoli, è organizzata intorno ad uno spazio centrale e non ci sono separazioni tra una funzione e l'altra, secondo una logica di visibilità e flessibilità.

I criteri alla base di tutte le associazioni sono accessibilità fisica, sostenibilità economica, continuità, eterogeneità, qualità, compartecipazione e gestione congiunta. I progetti sono pensati per favorire la socializzazione e la formazione di legami duraturi, creando spazi di aggregazione accoglienti e un cli-

ma di convivialità. L'apprezzamento che gli abitanti mostrano nei confronti della vitalità associativa, culturale e ricreativa del quartiere è dimostrato dal fatto che le iniziative proposte vengono accolte favorevolmente il più delle volte. Questi esempi sono anche la dimostrazione di come il quartiere riesca ad attrarre flussi materiali e immateriali da ogni parte della città, senza perdere la dimensione locale che lo caratterizza. Nonostante le realtà associative siano molte e attive e abbiano una capacità di connessione del quartiere, il problema della mancanza di coesione sociale permane. Alcuni attori locali descrivono addirittura l'associazionismo come a sua volta troppo chiuso: uno spazio che produce buona solidarietà di nicchia, ma poco legame sociale (Mela, 2014).

2.10 FATTORI DI CRISI

La fine degli anni Novanta viene riconosciuto come momento centrale della crisi che ha investito San Salvario, momento in cui tutti i media dipinsero il quartiere come "*il Bronx*" di Torino (Bocco, 2007). Nonostante il comitato spontaneo dei cittadini, nato nel 1994, stava vivendo una fase di particolare attivismo e il Comune aveva creato un'*authority* per gestire l'emergenza e coordinare ordine e sicurezza, i più colpiti dalla crisi rimasero i commercianti, che nel giro di pochi anni persero i clienti, spaventati dal clamore da loro stessi creato. La protesta vera e propria riguardava l'illegalità, attribuita agli stranieri, e il senso di insicurezza e paura conseguente (Bocco, 2007), di conseguenza i conflitti sociali vennero affrontati come problemi di ordine pubblico, in quanto si trattava di interventi sporadici e quindi di facile attuazione, serviva dare maggiore sicurezza attraverso un'intensa attività di controlli da parte della polizia al fine di "confortare" quanto possibile il cittadino. Concluso il momento veramente critico e il periodo di controlli, sebbene i problemi di microcriminalità sembrassero essersi placati, rimasero comunque alcune questioni di degrado sociale, le politiche attuate in generale non facilitarono il miglioramento della qualità della vita locale (CICSENE, 1996). Le cause vennero inizialmente attribuite, dagli stessi residenti, all'elevata densità abitativa, alla scadente qualità di molte abitazioni e alla compresenza di differenti comunità etniche ed erano aggravate ulteriormente dai problemi legati a densità del traffico, difficoltà di parcheggio, mancanza di adeguati spazi, scadente qualità ambientale (IRES Piemonte, 1995). Nonostante tutto, la ricerca commissionata dal Comune di Torino al Cicsene nel 1995, mostrò che il quartiere presentava situazioni sociali e territoriali problematiche, ma non a livelli tali da spiegare l'esplosione di malcontento, altre zone della città avevano problemi altrettanto o più gravi (CICSENE, 1996). Secondo il Cicsene uno dei problemi principali del quartiere San Salvario era da attribuire alla quantità di ipotesi e illazioni fatte senza fornirne una documentazione scientifica, che hanno finito per diventare luoghi comuni, atteggiamento giustificato per una popolazione considerata marginale a causa della vicinanza della stazione ferroviaria. La crisi che stava avvenendo seguiva modelli europei ben noti, in cui nei processi di dequalificazione gli stranieri fungevano da catalizzatore del malcontento e i cittadini autoctoni ricercavano un confronto immediato con le amministrazioni (IRES Piemonte, 1995). È significativo che normalmente ciò avvenga proprio in quei quartieri più avvantaggiati. Alla radice della crisi, non vi è quindi dubbio che l'immigrazione abbia avuto un ruolo scatenante, sebbene identificare questo come l'origine dei problemi significa voler cercare una scorciatoia cognitiva inadeguata per capire i problemi evitando di riconoscere l'oggettiva difficoltà di metabolizzare le trasformazioni sociali (Belluati, 2004). Un fattore che ha allarmato il Comune è stata la diminuzione della popolazione residente. Anche se l'oscillazione

demografica è una caratteristica tipica del quartiere, nel caso specifico questa non può essere ignorata, in quanto conferma l'effettiva ricostruzione degli eventi. È nel 1995 che la situazione complessiva rivela pienamente la sua portata conflittuale: la soglia di crisi innalzata è dimostrata dalle continue diaspore dei residenti verso le cinture, dal processo di svuotamento, imputabile non soltanto all'aumento della presenza straniera.

I dati a disposizione non permettono di ricostruire in maniera puntuale l'andamento della popolazione, ma le valutazioni espresse dagli operatori di settore riconoscono che pian piano una popolazione giovane stesse riscoprendo gradualmente l'attrattività di questo quartiere, resa ancora maggiore dai piani di riqualificazione avviati. Rispetto al passato, nell'opinione pubblica la soglia di tolleranza si stava abbassando, di pari passo con l'aumento della richiesta di misure repressive (Barbagli, 1998; Censis, 2003). In effetti, il problema della microcriminalità di strada interessa ancora oggi il quartiere, la presenza di attività illecite è profondamente radicata già da tempo. Quello che sembra alimentare maggiormente le preoccupazioni e rendere più insofferenti i residenti, oltre alla reale possibilità di essere esposti a fatti criminali, è la presenza di comportamenti ritenuti potenzialmente pericolosi, atti di inciviltà o atteggiamenti che creano disordine sociale (Covington, Taylor, 1991). Le situazioni di maggior degrado, ieri come oggi, si sono rilevate in via Nizza, in maniera più puntiforme lungo via Berthollet, intorno a Piazza Madama Cristina e negli isolati prossimi alla stazione (CICSENE, 1996). Nonostante a San Salvario esistessero alcuni problemi evidenti, il quartiere non era più pericoloso o insalubre di altri presenti nella stessa città di Torino, tuttavia la sua connotazione negativa derivava soprattutto dalla percezione soggettiva, dall'insicurezza degli abitanti (Cicsene, 1996). In questa area di declino, che costituiva già di per sé un caso delicato, la cosa che ha contribuito ad amplificare le preoccupazioni e le tensioni è stato sicuramente l'allarmismo diffuso dai media, i giornali tendevano a drammatizzare le tematiche dell'immigrazione, diventando dei veri e propri imprenditori della crisi. Imponendo la loro lettura della realtà, si è venuta a creare una forte interdipendenza tra realtà e rappresentazioni mediatiche, che ha reso sempre più difficile separare gli effetti dell'influenza dei media da quelli delle esperienze dirette (Mucchi Faina, 1996). Il fragile equilibrio è stato reso infine più precario dal fatto che il volto dell'immigrazione cambiava in continuazione, rendendo sempre più complicata la ricomposizione di forme di dialogo sociale (Belluati, 2004). Nel quartiere esistevano, come si è visto, forze con finalità, strategie e approcci operativi molto diversi, i cui esiti non potevano essere facilmente prevedibili.

San Salvario si presentava quindi come un laboratorio di estremo interesse, nel quale l'azione pubblica in collaborazione con i soggetti già operanti, aveva la possibilità di orientare l'evoluzione dei processi in atto (IRES Piemonte, 1995). Interventi mirati alla composizione possibile degli interessi, avrebbero favorito l'azione dei soggetti maggior-

mente interessati, per motivi politici, culturali, ma anche economici, a contrastare l'emergere di conflitti inter-etnici e l'allargarsi dei fenomeni di degrado urbano. L'analisi dell'IRES mostrava che cause dei processi di degrado e interventi dipendevano dagli stessi elementi fra loro integrati: ciò che rappresentava un vincolo per uno, poteva essere una risorsa per l'altro. L'amministrazione della Città ha pertanto messo in atto un coordinamento degli interventi sul quartiere ed avviato alcune iniziative di efficacia immediata, che seguivano tre criteri: la separazione della questione immigrazione da quella della legalità; il continuo impegno per il quartiere nel suo complesso, di cui gli immigrati rappresentano solo una delle componenti; la promozione di azioni di lungo periodo. Ha preso avvio così un confronto diretto tra cittadini, istituzioni, organismi locali e associazioni, cosicchè i cittadini venissero considerati soggetti attivi, e un'indagine scientifica, affidata al Cicsene, che fornisse dati sotto diversi punti di vista (commercio, mercato immobiliare, aspetti socio-economici, ecc.).

2.11 CRITERI DI INTERVENTO PER LA RIQUALIFICAZIONE DELL'HABITAT

Nelle sezioni precedenti è stato tracciato il percorso di analisi del quartiere San Salvario, che ha consentito di mettere in evidenza le basi che hanno supportato la produzione successiva di simulazioni, la raccolta di dati sul campo, le criticità e i punti di forza dell'area di progetto. Lo strumento fotografico in questa fase viene presentato come mezzo utile per l'investigazione del territorio. L'analisi territoriale e l'osservazione diretta hanno portato a delineare alcune tematiche relative al quartiere, di cui solamente alcune verranno sviluppate nei modelli ABM. Lo studio ha tenuto in considerazione aspetti tecnici intrinsechi del quartiere, come la forte densità urbana, esasperata all'interno delle corti dai numerosi bassi fabbricati, e il forte carattere multiculturale che insiste su un territorio dall'importante impronta storica. Caratteristiche e punti di forza del territorio, potenzialità e limiti, senso di appartenenza e conflittualità delineate dalle relazioni umane tra gli individui della popolazione, offrono base fondante per una progettazione più consapevole e per un apporto incisivo sulle sorti del quartiere.

Assodato che San Salvario costituisce una porzione di territorio cittadino da salvaguardare essendone parte integrante, gli interventi di recupero vanno finalizzati alla risoluzione di rilevanti problematicità e difficoltà e alla riscoperta di quelle potenzialità latenti, dalle quali possa scaturire un positivo processo riqualificativo. Negli anni, diverse strade sono state intraprese per sanare le problematiche emergenti in questi quartieri prossimi al centro storico della città, ricchi di attività e risorse economiche, culturali e ambientali ma caratterizzati da importanti problemi di degrado fisico e conflitto sociale. Tra queste va riconosciuta l'Agenzia per lo Sviluppo Locale, progetto ideato e gestito dall'associazione Cicsene, con l'obiettivo di sostenere lo sviluppo del quartiere, rafforzando negli abitanti il senso appartenenza al territorio e le relazioni fiduciarie. Interventi sull'ambiente e sul territorio devono nascere dall'analisi attenta e sensibile dei bisogni degli esseri umani che lo vivono e delle potenzialità reali dell'ambiente, attraverso processi di coinvolgimento degli abitanti, l'appoggio di uffici ed amministrazioni che offrono consulenza tecnica e suggeriscono, a seconda della particolare situazione, il percorso più vantaggioso.

La possibile applicazione e l'effettiva operatività di quanto descritto vanno verificate attraverso un'analisi dettagliata dello stato conservativo degli edifici e delle attuali condizioni abitative. I parametri valutati vanno dalla scala generale di quartiere o dell'isolato fino al dettaglio dell'edificio e generalmente sono: densità della popolazione; percentuale di stranieri; indice di vecchiaia, dato importante per un'eventuale partecipazione attiva; percentuale di occupazione; rapporto tra tessuto costruito e spazio aperto; stato conservativo degli edifici; valutazione degli interventi edilizi recenti, come indicatore di

quanto già intervengono singolarmente i privati nel miglioramento del loro habitat; prezzi di compravendita; tipologia edilizia (impianto e dimensione); epoca di costruzione; numero di piani fuori terra; destinazione d'uso; nucleo di abitanti (single, studente, anziano, coppia, famiglia); luogo di provenienza; titolo di godimento (affitto, subaffitto, proprietà). A partire dalle seguenti schede riassuntive, sono stati quindi formulati i criteri sui quali concentrarsi nella simulazione (Parte 3).

CRITICITÀ	OBIETTIVI	AZIONI
Senso di insicurezza	Diminuire lo spaccio e le altre attività illegali di strada e gli atti di inciviltà	Controlli delle Forze dell'Ordine e videosorveglianza; altre azioni per aumentare il controllo; rivitalizzazione del tessuto commerciale, riqualificazione marciapiedi e facciate, illuminazione strade, sportello per la sicurezza e qualità della vita, azioni a medio-lungo termine, collaborazione enti istituzionali, rete associazioni, oratori (prevenzione, ascolto, risoluzione conflitti)
Questione immigrazione	Integrazione delle componenti presenti nel tessuto sociale, tolleranza, valorizzazione e conoscenza dell'intercultura	Controlli per il rispetto della legalità, sostegno al lavoro svolto nell'ambito scolastico, iniziative e corsi per le donne immigrate, comitato interfedi e dialogo interreligioso, iniziative di animazione del quartiere
Cattiva fama del quartiere (campagna giornalistica)	Valorizzare e promuovere le caratteristiche positive del quartiere, ridefinirne l'identità, attrarre persone	Organizzazione di festival, manifestazioni e itinerari nel quartiere, passeggiate, iniziative con le scuole anche negli spazi pubblici, riattivazione campo creativo e culturale
Degrado sociale	Inclusione delle categorie escluse e vittimizzate, azioni sulle cause dei problemi, favorire la coesione sociale	Sostegno alle realtà presenti nel quartiere che forniscono supporto in campo sociale, azioni preventive (animazione giovanile), varie iniziative
Scarso coordinamento e collaborazione realtà attive sul territorio	Ricomporre interessi di tutti e indirizzare i processi, mettere in rete saperi e competenze dei vari settori in una visione di progetto d'insieme	Tavoli di lavoro con i vari soggetti operanti, conoscenza reciproca e scambio informazioni, regia e messa in rete grazie a un soggetto di riferimento (Agenzia per lo Sviluppo) tramite con le Istituzioni, interventi integrati (ambito sociale, territoriale, lavorativo) di breve e lungo periodo
Degrado edilizio	Valorizzare la qualità urbana e architettonica, mantenere un certo grado di mixitè sociale	Sportello informativo, per consulenza e valutazione stato edifici, attivazione dei Piani di Recupero Urbano (PRU) con meccanismo di premialità, finanziamenti ed esenzioni per riqualificare le facciate e gli spazi comuni (cortili)
Mancanza di spazi di aggregazione, di spazi verdi, scarso utilizzo degli spazi pubblici	Migliorare la qualità, l'accessibilità e la fruibilità degli spazi esistenti, crearne di nuovi	Riqualificazione marciapiedi, illuminazione e arredo urbano, Piazza Madama Cristina, pedonalizzazione, controlli e iniziative al Parco del Valentino
Commercio: sparizione di alcune attività artigianali storiche, riduzione della clientela	Rivitalizzare il commercio, italiano e straniero	Rilancio delle attività economiche tramite azioni per il recupero urbano, assistenza tecnica per finanziamenti ai commercianti, rifacimento vetrine e insegne, controlli igienico-sanitari, concessione apertura locali serali, animazione
Traffico intenso, mancanza parcheggi, insicurezza per pedoni e ciclisti	Ridurre la presenza invasiva delle automobili senza compromettere l'accessibilità, la sosta e la mobilità interna al quartiere, dare priorità alle mobilità lente	Incremento del servizio di trasporto pubblico, parcheggio interrato piazza Madama, allargamento marciapiedi punti strategici, pista ciclabile su corso Marconi, apertura nuove stazioni per il *bike-sharing*

Tendenze rilevate

Commercio

- Progressiva scomparsa delle attività commerciali non alimentari (abbigliamento, profumeria, negozio di dischi, ecc.) e delle attività rare e di qualità (primizie, sartoria, tappezzerie, restaurazione di mobili, ecc.)
- Progressiva diminuzione dei negozi di alimentari e bar
- Progressiva sostituzione delle attività gestite da italiani con attività straniere
- Spostamento di parte della popolazione storica del quartiere in altre zone della città, con conseguente modifica delle abitudini di consumo
- Frequenti episodi che generano diffidenza nei confronti di una parte dei nuovi "abitanti"
- Mancato controllo e vigilanza da parte delle forze dell'ordine il sabato e la domenica
- Perdita della capacità attrattiva dell'area con conseguente peggioramento delle vendite e degli affari

Residenze

- Appartamenti differenti, ma quasi tutti dignitosi
- Volontà da parte degli abitanti di mantenere in buono stato l'alloggio in cui vivono
- Non sono state riscontrate situazioni di grave degrado all'interno delle abitazioni, né grandi appartamenti lussuosi
- Carenza nella dotazione di impianti di riscaldamento ed elettrico
- Prevalenza di abitanti in locazione

Spazi comuni

- Carenza di manutenzione e trascuratezza di cortili, scale e androni
- Volontà dei singoli abitanti di opporsi a situazioni di degrado e di illegalità che si verificano negli spazi comuni
- Casi di cattiva frequentazione e uso improprio degli spazi comuni con viavai di persone estranee agli edifici
- In alcuni edifici fitta rete di relazioni tra vicini, in altri indifferenza
- Utilizzo di androni e cortili come scorciatoie per gli abitanti ma anche come vie di fuga per i malviventi
- Dinamicità e relazionalità evidenti
- Situazione sociale complessa, in cui si intrecciano molteplici tipologie di disagio
- Diversa frequentazione nelle diverse ore del giorno e accentuazione del caos delle persone di passaggio
- Denuncia di scarso controllo da parte delle forze dell'ordine
- Forti legami affettivi alla zona da parte della maggior parte degli abitanti che, nonostante la situazione di disagio, dichiarano di voler rimanere dove sono

L'identità di San Salvario non si esaurisce però nelle testimonianze del passato: il quartiere è anche e soprattutto presente, un presente fatto delle storie di chi il quartiere lo vive giorno per giorno, dai torinesi di vecchio stampo alle nuove famiglie di immigrati. La realtà del passato, testimone di accesi

scontri e proteste contro gli immigrati, ora è diversa, non certo priva di contrasti, ma una realtà rivelatrice più spesso della grande ricchezza e occasione di crescita rappresentata dalla diversità. San Salvario si presenta oggi come una risorsa per gli abitanti di Torino e, anche se è ancora in corso una sua ridefinizione identitaria, resta forte la riconoscibilità dei tratti originari e originali (Bocco 2007). La percezione che ne viene di San Salvario, notevolmente migliorata sia da parte degli abitanti che dagli utenti esterni, è che il quartiere ha saputo, se non risolvere i conflitti, trasformarli in materia gestibile. L'intento di integrare elementi di innovazione autoctoni e non con elementi di tradizione ha dato vita in molti casi a nuove identità, che fanno del quartiere uno dei cuori pulsanti della vita torinese.

La sperimentazione di questo quartiere vuole ricalcare le esperienze europee nuove per l'Italia o quasi, scommette sulla possibilità che lavorare sui quartieri riesca a produrre almeno parziali effetti positivi sulla città, nel suo insieme, e che le risorse ambientali e imprenditoriali possano tornare a vantaggio non solo del quartiere, ma di un territorio ben più ampio.

PARTE 3

DEFINIZIONE DEGLI SCENARI E TECNICHE DI SIMULAZIONE

3.1 TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE

Definite le caratteristiche dello stato di fatto del quartiere, si procede ora con lo sviluppo degli scenari possibili con l'obiettivo di trasformare l'area in questione in un ecodistretto.

Città e quartieri sono sistemi complessi, con molti parametri che cambiano dinamicamente e un gran numero di attori coinvolti nelle dinamiche. La loro natura eterogenea rende quindi difficile una qualunque generalizzazione dei problemi localizzati rispetto a quelli di un'area intera. Per capire i problemi delle città come lo sprawl, la congestione, la segregazione, ma anche le dinamiche pedonali o i modelli di uso del suolo, è necessario utilizzare un approccio computazionale (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Nel caso specifico, si è optato per un *Agent-Based Model* (ABM), uno dei metodi più adatti e completi per affrontare le dinamiche dei sistemi urbani, studiare il ragionamento e prendere delle decisioni individuali che tengano conto della collettività (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Questi modelli appaiono lo strumento più interessante soprattutto per lo studio della parte più sociologica del sistema, in quanto i processi dei gruppi umani da studiare sono molto complessi, non lineari, concatenati tra di loro e organizzati. Gli ABM consentono di simulare le azioni individuali di quelle entità definite come "agenti", misurando il comportamento del sistema risultante e i risultati nel tempo, quindi fornendo un buon banco di prova per lo sviluppo di modelli di città (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Dato che le città sono altamente dinamiche, sia nello spazio che nel tempo, e operano su una scala trasversale, propagandosi attraverso i sistemi e le infrastrutture urbane, vanno considerate anche le interazioni tra individui nello spazio. Questo vuol dire che sebbene sia più facile concettualizzare e modellare come un singolo agente si muova su uno spazio, dove ogni agente segue un semplice insieme di regole uguale agli altri, quello che interessa in uno studio urbano è la produzione di una serie di equazioni che governano la dinamica delle densità degli agenti. Poiché la densità è il risultato del comportamento dei singoli che interagiscono, l'approccio scelto consente all'utente interessato di studiare le proprietà aggregate del sistema. Il modello quindi consente di capire i processi in modo più facile partendo non da un livello globale, ma utilizzando un tipo di soluzione

bottom-up, modellando quindi le interazioni locali di agenti che si influenzano a vicenda e vengono influenzati da esternalità proprie dell'ambiente nel quale interagiscono. Il modello ABM unisce rigore e computabilità dei modelli matematici alla stilizzazione soggettiva e dettata dalla letteratura delle situazioni rappresentate (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Si tratta di una sorta di esperimento mentale, che tiene conto di prove scientifiche e osservazioni di altri esempi e modelli e prova a riproporne alcuni tratti adattandoli ad uno specifico caso (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Le simulazioni ad agenti sono traduzioni informatiche di modelli di meccanismi sociali, che si ripetono con alcune variabili, una riproduzione del comportamento di individui stilizzati che popolano un ambiente altrettanto stilizzato. Tali esperimenti mentali richiedono l'assistenza del computer e di programmi georeferenziati, in quanto troppo complessi per essere risolti senza il calcolo automatico.

La scelta del modello da utilizzare è ricaduta su questo perché consente di rappresentare la realtà in modo flessibile e approfondito, di esplorare mondi che esistono e valutare realtà che potrebbero esistere. I risultati ad oggi tuttavia sono ancora insufficienti per costituire una massa critica per il riconoscimento della validità del metodo: i modelli sono particolarmente efficaci per modellare la complessità, ma al tempo stesso l'eterogeneità degli attori e dei *pattern* di interazione rende impossibile la formulazione di un modello ripetibile: ne consegue che questa metodologia rimanga ad oggi ancora poco utilizzata (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Il modello è stato applicato per studiare le dinamiche della rigenerazione energetica e architettonica, che considerano indirettamente quelle di carattere sociale del quartiere torinese, attribuendo importanza anche a esternalità positive e negative rispetto alla performance di più tecnologie e interventi. Le proposizioni sul comportamento del sistema sono estrapolazioni in cui la componente soggettiva affiancata a dati oggettivi è inevitabile, in quanto nella ricerca scientifica il confronto tra i dati simulati con quelli reali, in modo da stimare effettivamente i parametri del modello di simulazione, è ancora in via di calibratura.

In conclusione, la capacità di gestire mediante un modello l'eterogeneità degli agenti coinvolti e cogliere l'emergere della caratteristica di auto-organizzazione da parte degli agenti, due tipiche caratteristiche degli ABM non ritrovabili in altre tecniche, fanno di tale modello un approccio differente rispetto alla tradizionale teoria economica basata sull'equilibrio generale, quindi un argomento interessante da trattare.

Prima di procedere con l'analisi del caso studio e l'applicazione del modello basato su agente, viene presentata una rassegna delle principali tecniche di modellizzazione. La sezione, preceduta da una sintetica presentazione delle origini di tali tecniche, consente di comprendere quali siano le differenze, i motivi per i quali la scelta si è proiettata verso l'ABM

e se eventualmente le altre tecniche appaiono più adatte. Innanzitutto è bene chiarire il significato del termine modellizzazione: con questo s'intende quel processo cognitivo che porta alla costruzione di un modello, ovvero di una rappresentazione teorica che contiene la struttura di oggetti ed eventi del mondo reale, consentendo di selezionare particolari aspetti fisici, economici, sociali di una realtà e rappresentarli secondo relazioni di tipo matematico e non (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

3.2 LE ORIGINI DEI MODELLI SPAZIALI

Fin dalla comparsa dei computer digitali, alla fine degli anni '40 all'incirca, le applicazioni scientifiche si occuparono di risolvere problemi spaziali e temporali. Verso la metà degli anni '50 poi, i rapidi progressi nel calcolo digitale hanno portato a veri e propri modelli e metodi computabili nelle applicazioni umane coinvolgendo sistemi spaziali, come città e trasporti. Già prima dell'invenzione del computer però, stavano lentamente prendendo piede delle teorie matematiche riguardo le teorie dei sistemi spaziali. I computer di fatto diedero avvio alle applicazioni concrete di tali teorie e nel 1955 venne formulato il primo modello di flusso del traffico. Questo primo modello presentò molte criticità, nonostante fosse un modello statico piuttosto che dinamico. La questione interessante però è che venne costruito su concezioni della città articolate usando idee provenienti dall'economia urbana e dalla fisica sociale, approccio utilizzando tuttora (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Rispetto ai primi tentativi, lo sviluppo di computer e software ha consentito la creazione di nuove generazioni di modelli spaziali computabili sviluppati per classi generali così da garantire ripetibilità e adattabilità, diventando sempre più significativi.

Cinquant'anni fa dunque l'idea di un modello era appena agli inizi: la teoria scientifica essenzialmente si basava su teorie formali e sistematiche, rappresentate spesso solo matematicamente e testate in laboratorio. L'idea che una teoria scientifica potesse essere traslata in un modello, portò con sé la consapevolezza che tale sistema potesse essere tradotto in un modello astratto calcolabile. Il termine "modello" entrò dunque presto a far parte del lessico e largamente utilizzato per descrivere ogni tipo di esperimento nel quale il computer era utilizzato come mezzo per esplorare e testare. Il termine si riferiva ad ogni tipo di astrazione che rappresentava una semplificazione delle cose reali e in questo senso il suo significato non era esclusivamente associato al calcolo (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Quando i modelli sul computer iniziarono a prendere piede, l'assunzione generale era che questi erano semplicemente rappresentazioni di sistemi sui quali sperimentare, testare e confrontare con i dati raccolti. Fin dai primi modelli, le loro previsioni sono state testate con i dati presi dal sistema reale in modo tale da riprodurre un modello di calcolo il più vicino possibile alla situazione reale. La bontà dei risultati era il mezzo principale di convalida mentre la calibrazione dei valori dei parametri garantiva che il modello potesse essere ottimizzato efficacemente. Se quindi la ricerca originariamente aveva l'obiettivo di trovare spiegazioni minimaliste delle dinamiche urbane, programmando modelli semplici e generando previsioni vicine alle osservazioni del "vero", tutto ciò comportò un compromesso (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). La complessità dei sistemi fece sì che fin dalle prime applicazioni, ci fosse una continua pressione

per sviluppare maggiori e migliori dettagli, anche disaggregando le variabili del modello al punto in cui l'eterogeneità del sistema fosse minima, ma sufficiente. Di fatto, c'erano dei limiti evidenti su ciò che il calcolo poteva offrire e i dati riguardo i sistemi sociali erano problematici. Dal momento in cui i computer hanno acquisito maggiore potenza, la capacità e le possibilità di modellizzazione nel dettaglio hanno cambiato ordine di grandezza: nuove e più ricche fonti di dati diventavano sempre più disponibili. La sfida principale era sapere effettivamente quanti dettagli rappresentare, comprendere i tipi di comportamento medi che sono piuttosto diversi nel mondo sociale: eterogeneità e maggiori dettagli era quello che sembrava essere richiesto per costruire modelli sempre più plausibili. Allo stesso tempo, man mano che i modelli costruiti diventavano più grandi e più ricchi, i software sono diventati più generici per potersi adattare ai diversi tipi di problemi. La ricerca di plausibilità, ricchezza ed eterogeneità in un modello in cui parsimonia, semplicità e omogeneità sono le parole chiave, è sempre stato oggetto di discussione approfondita (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). I primi modelli spaziali riguardavano nello specifico la risoluzione di problemi quali la gestione dei flussi dei trasporti e l'uso del terreno in un periodo di crescita economica relativamente rapida per lo sviluppo di nuovi centri di crescita urbana. Questi primi modelli erano equilibrati, statici e costruiti sulla concezione della città articolata secondo idee di economia urbana e fisica sociale. Con lo sviluppo di computer e software, le nuove generazioni di modelli spaziali sono diventati più generici, i software si sono sviluppati per accogliere simulazioni più articolate rispetto a temi sempre più ampi e significativi. Quello che si è iniziato a fare è identificare lo stile del modello spaziale e capire come questo fosse collegato agli altri e viceversa, comprendendone la struttura e identificando le caratteristiche chiave che dominavano sul modello.

Oggi, le conoscenze acquisite su questi temi hanno consentito di capire che modelli diversi si applicano a diversi tipi di problemi e al contesto e che, in ultima analisi, i modelli sono utili per informare il dibattito attraverso idee cristallizzanti (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Nel progettare qualsiasi modello, il costruttore deve decidere cosa costituisce la struttura del sistema, distinto dall'ambiente in cui il sistema funziona. Il problema di confine è molto significativo perché definisce il sistema, riferendosi anche ad altri.

Di seguito verranno descritti una vasta gamma di modelli spaziali, preparando la scena all'applicazione utilizzata nella tesi e adattata in modo specifico al problema e al suo contesto. Le questioni chiave sono lo stile dei modelli spaziali che si riferiscono e si evolvono gli uni negli altri, questioni di astrazione e rappresentazione, concetti di base per comprendere le differenze sostanziali e caratterizzare i processi. Verranno esaminate le questioni relative alla rappresentazione sulla scala spaziale e temporale, aggregazione e vincoli, processi di cambiamento, feedback e dinamica. Molti di questi funzioni e temi si fondono l'un l'altro, ma sono proprio queste

categorie che consentono di comprendere i sistemi. Per la rappresentazione dei modelli si userà la stessa struttura notazionale, consentendo di comprendere come i modelli possano essere utilizzati in diversi sistemi, siano essi fisici o umani, materiali o concettuali. Ogni modello è sviluppato nel suo stile formale e lo scopo di questo quadro è quello di fornire una base per valutare quanto diversa sia la loro matrice. L'unico punto comune è il fatto che facciano tutti la distinzione tra popolazione e ambiente e che specifichino lo spazio e il tempo nella notazione formale di cellule e istanti temporali. Nel corso della storia i modelli spaziali si sono evoluti passando da essere modelli semplici e parsimoniosi che simulano sistemi in una sezione trasversale di tempo e rappresentano le popolazioni in forma aggregata a modelli più complessi e più ricchi che trattano direttamente la dimensione temporale e specificano la funzionalità del modello in termini di processi di cambiamento a un livello molto più disaggregato rispetto alle loro controparti precedenti (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

3.3 STILI DEI MODELLI SPAZIALI

È stato piuttosto difficile fornire una panoramica, seppur non completa, dei modelli spaziali, facendo riferimento principalmente a quelli riguardanti lo studio delle città. Questa difficoltà è in gran parte dovuta al fatto che i tipi di modelli si sfumano l'uno nell'altro, molte delle caratteristiche appaiono in più di un modello. Tuttavia, vari ricercatori hanno tentato di classificare tali modelli, vale dunque la pena notare alcuni di questi tentativi prima di delineare il vero focus della tesi.

In generale, come sottolineato in precedenza, c'è stato un cambio di direzione da una sezione trasversale di modelli statici comparativi a modelli disaggregati e dinamici. Questo ha rappresentato anche un cambiamento di scala e concentrazione, ha spostato l'attenzione dai processi sociali ed economici a quelli anche fisici e di sviluppo del territorio. La maggior parte delle applicazioni si sono spostate quindi alla scala spaziale a livello di pedoni, al movimento locale, lasciando solo una piccola parte di modelli che sviluppano intere aree metropolitane. Le brevi recensioni che seguono rispetto ai sistemi si focalizzano su alcune caratteristiche comuni, vale a dire ambiente e popolazione, scala e aggregazione, vincoli e caratteristiche degli agenti, tipo dinamico, input esterni senza soffermarsi su parametri e metodologie specifiche.

3.3.1 Cellular Automata (CA)

I modelli CA sono modelli spaziali espliciti basati su nozioni piuttosto semplici sull'effetto dello spazio e sulla dinamicità. Nella loro forma più rigorosa e complessa simulano la diffusione spaziale intorno a un punto in cui la dimensione del tempo e dello spazio sono trattati come uno. L'ambiente è considerato come sinonimo della popolazione, ovvero l'individuo è direttamente associato a una posizione spaziale in un punto, nel tempo. La scala e il livello di aggregazione temporale e spaziale tendono a essere abbastanza flessibili in questi modelli, anche se le scale sono tendenzialmente grandi, quindi pacchi importanti di terra e intervalli temporali di periodi annuali. Questo tuttavia non è da considerarsi come un limite, semplicemente questi modelli si mostrano più adatti allo studio di determinate dinamiche piuttosto che altre. I CA possono essere abbastanza disaggregati, la maggior parte delle applicazioni divide gli stati cellulari in uso del suolo a non più di una dozzina. Il feedback nello spazio è estremamente semplicistico e spesso irrealistico in quanto il principio è ridotto all'essenziale. Tali modelli non tendono a cadere in nessuna particolare classe di dinamicità, questo dovuto anche a input esterni e non solo a qualcosa di integrato nella dinamica del modello. Vengono utilizzati molto per simulare processi di sviluppo del territorio e precisamente modelli di equilibrio tra domanda e fornitura di ter-

ra, non sono fortemente socio-economici in quanto non abbracciano i temi della demografia in modo dettagliato. Gli agenti non si muovono fisicamente nello spazio, possono essere associati a spazi diversi e il loro cambiamento nel tempo può riflettere un processo implicito di movimento. In questo senso, l'ambiente è trattato più passivamente rispetto alla popolazione, anche se in linea di principio non vi è alcuna priorità esplicita. Un CA tipico è una griglia o reticolo bidimensionale suddivisa in celle, in cui ogni cella assume un numero finito di stati in qualsiasi momento ed è caratterizzata da un valore determinato da un insieme di regole semplici in base allo stato precedente. Ogni cella viene quindi aggiornata ogni periodo secondo delle regole, uguali per tutte. Il valore di una cella nel periodo successivo dipende dal valore corrente di essa e dai valori dei suoi otto vicini circostanti. (Kari, 2011; Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012)

3.3.2 Spatial Econometric Models (SEM)

I modelli econometrici spaziali sono modelli ampiamente applicati su scala regionale. Tali modelli non consentono la distinzione tra popolazione e ambiente, sono generalmente sviluppati su una scala tale per cui le medie statistiche sono stabili e questo significa che i dati relativi lo spazio e il tempo sono appropriati per l'inferenza statistica standard. I SEM tendono ad essere strutturati con modelli standard lineari, in cui i feedback tra i diversi attori del modello sono associati a diverse equazioni, la dinamica è quindi ben definita tramite calcoli matematici, non c'è spazio per la soggettività. I comportamenti emergenti di solito non sono riscontrabili in tali modelli, nonostante le variabili endogene siano molto forti. I SEM di solito usano per modellare la dipendenza spaziale ai dati economici, in cui il valore di una variabile di risposta in una regione dipende anche dal valore della variabile di risposta delle regioni adiacenti. (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012; Jaya, Ruchjana, 2016)

3.3.3 Land Use Transportation Interaction Models (LUTI)

I modelli LUTI sono sostanzialmente legati alla teoria della scelta discreta, si fondono con le nozioni di economia. I modelli della scelta discreta tentano di descrivere e comprendere le possibili scelte degli utenti rispetto ad un numero finito di possibilità. La teoria viene applicata frequentemente nel settore dei trasporti, che è caratterizzato proprio dal presentare scenari in cui le alternative si escludono a vicenda, come la scelta del mezzo da utilizzare. Come i SEM, tendono a fondere l'ambiente con la popolazione, ma vincoli spaziali e concatenazione delle attività sono temi centrali per tali strutture. Diversi feedback tra i settori sono incorporati ma questi di solito riflettono solamente gli effetti spaziali e non quelli temporali. In termini di possibilità applicative, tali modelli tentano di coprire la maggior parte degli scenari da valutare. Il modello è essenzialmente statico, non tenta quindi di esplorare dinamiche a lungo termine, infatti generalmente viene utilizzato per simulare la storia di un luogo fino ad un punto e

rappresentano una media di questa storia. In effetti ci sono estensioni di tali modelli in strutture dinamiche, ma in generale le funzionalità di dati temporali limitati sono circoscritte in termini di simulazione dinamica, rappresentando un problema importante. I modelli LUTI si basano sulla fisica sociale e sull'economia urbana e sono essenzialmente atemporali. Il vantaggio riguarda il fatto che questi tipi e stili di modello offrono una vasta gamma di strutture possibili tra cui selezionare i moduli appropriati per problemi specifici. (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012)

3.3.4 Systems Dynamics Models (SDM)

I modelli di dinamica dei sistemi sono stati proposti e implementati in alcuni contesti, ma non hanno trovato ampia applicazione perché non sono stati generalizzati in modo coerente così da poter essere riutilizzati e adattati a scenari diversi. Questi modelli si basano in gran parte sulla risoluzione di equazioni matematiche, alle quali sono fortemente vincolati. Possono essere abbastanza disaggregati occupandosi di diversi settori ma l'ambiente è interamente assorbito dalla popolazione, di solito non c'è variazione spaziale, i modelli applicano ciò che accade in uno spazio a molti altri. L'applicazione degli SDM spazia dalle simulazioni di gestione dell'acqua, alle previsioni metereologiche, ai sistemi energetici. Vari studi illustrano la diversità dei problemi ai quali SDM può essere applicato, sottolineando che però non sono adatti a sistemi naturali e antropogenici di varie scale. Gli unici collegamenti con l'ambiente sono strutturati in termini di controllo sui limiti delle risorse. Il progresso con questi modelli è stato abbastanza lento con un numero limitato di applicazioni a causa della difficoltà di gestione dello spazio. Infatti, appena viene introdotto lo spazio, questi cominciano ad apparire piuttosto diversi dal tradizionale SDM e perdono il loro senso logico, divenendo più simili a simulazioni LUTI. (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012)

3.3.5 Microsimulation Models (MM)

Ci sono diverse varianti spaziali di questo modello, che spesso tendono anche a fondersi con le caratteristiche proprie di un modello ABM o di un CA. Sebbene tendano ad essere trasversali piuttosto che dinamici, dato che le popolazioni vengono rappresentate in termini di unità di base, i modelli di microsimulazione sono di solito temporalmente dinamici, vale a dire gli individui sono rappresentati in termini di comportamento dinamico. Questo tipo di modello si basa sulla premessa per cui la popolazione viene suddivisa in termini di distribuzione delle caratteristiche (es. distribuzione del reddito) e gli individui vengono selezionati da quella distribuzione. Tali modelli sono essenzialmente campioni casuali selezionati da un universo o una popolazione molto più grande e non specifica di un ambiente. In questo senso, gli MM possono effettivamente adattarsi a qualsiasi scala ma le distribuzioni sono solitamente composte da individui selezionati in modo casuale. Il limite riguarda la non possibilità di formulare un modello base, tutte le sue caratteristiche dipendono dalla caratterizzazione del caso specifico, una vol-

ta che è stato elaborato il sistema in questione. La dinamica del modello tende ancora ad essere considerata semplice, sono strumenti essenziali per il campionamento di popolazioni su larga scala in cui è impossibile rappresentare tutti gli individui e dove però deve essere rappresentata l'eterogeneità della popolazione. In conclusione, l'attenzione si concentra sulla demografia e le sue relazioni con la fornitura di servizi su scala territoriale. (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012)

3.3.6 Multi Agent System (MAS)

Lo scopo dei sistemi multi-agente è capire come processi indipendenti possono essere coordinati. Un agente è un'entità computerizzata e può essere descritto come autonomo perché ha la capacità di adattarsi quando il suo ambiente cambia. Il sistema è costituito da un insieme di agenti che esistono nello stesso momento, condividono risorse comuni e comunicano tra loro. L'azione di un agente non modifica solo il proprio ambiente, ma anche quello dei suoi vicini. Ciò richiede che ogni agente debba prevedere l'azione degli altri al fine di decidere l'azione ottimale diretta all'obiettivo. Il problema poi è ulteriormente complicato se l'ambiente è dinamico. Ogni agente quindi deve distinguere tra gli effetti causati dalle azioni di altri agenti e quelle dall'ambiente stesso. Nel sistema si presume che un agente conosca l'intero spazio di azione e che sia in grado di apprendere dall'esperienza di altri agenti con capacità simili o poteri decisionali. Nel caso di agenti cooperanti con obiettivi simili, ciò può essere fatto facilmente creando una comunicazione; nel caso di agenti concorrenti invece non è possibile poiché ciascuno di essi cerca di aumentare le proprie possibilità di vincita. Dalle azioni selezionate da un agente, che potrebbero essere negative per un altro, derivano i conflitti. In queste circostanze, le informazioni sui vincoli, le preferenze di azione e le priorità degli obiettivi degli agenti devono essere condivise tra loro per migliorare la cooperazione. I domini applicativi specifici che richiedono l'interazione con persone diverse con obiettivi comuni o in conflitto richiedono spesso di utilizzare i vantaggi presentati dai MAS. Il problema chiave in questi sistemi è formalizzare il coordinamento tra agenti. Questo metodo può essere usato per monitorare diversi processi: da telecomunicazioni, a ecologia, scienze sociali, ma anche questioni urbane e di edilizia. Sebbene i MAS abbiano caratteristiche che sono più vantaggiose dei sistemi a singolo agente, presentano anche alcune sfide critiche. (Gokulan, Srinivasan, 2010)

3.3.7 Complex Adaptive System (CAS)

I CAS si occupano della questione di come i comportamenti complessi sorgono tra agenti. Il loro campo era originariamente motivato da indagini sull'adattamento e l'emergere di sistemi biologici. I sistemi hanno la capacità di auto-organizzarsi e riorganizzare dinamicamente le loro componenti in modi più adatti a sopravvivere ed eccellere nei loro ambienti, e questa abilità adattiva si verifica notevolmente su una vasta gamma di scale. È possibile individuare proprietà e meccanismi comuni a tutti i

CAS, quali: aggregazione (proprietà che consente ai gruppi di formarsi), non linearità, flussi (consente il trasferimento e la trasformazione di risorse e informazioni) e diversità (consente agli agenti di comportarsi in modo diverso l'uno dall'altro). I meccanismi CAS includono il riconoscimento degli agenti, la loro possibilità di ragionare sui loro mondi, la possibilità scomporre interi sistemi in molti livelli più semplici. In sostanza, si modella un complesso sistema adattivo sviluppando un modello basato su agenti: è evidente dunque come i modelli ABM e MAS fondino effettivamente le loro radici in questi sistemi. Le dinamiche proprie dei CAS sono auto-organizzazione, interazione tra gli agenti e co-evoluzione tra ambiente e agenti. Le componenti sociali ed ecologiche interagiscono tra loro in differenti scale temporali e spaziali e, attraverso l'interazione e l'apprendimento dal proprio ambiente, gli attori modificano e adattano il loro comportamento. La suddivisione in livelli più piccoli di aggregazione rende imprevedibile l'evoluzione complessiva del sistema stesso. La possibilità di creare dei modelli per descrivere lo stato attuale del sistema permette di formulare delle *policy* considerando caratteristiche quali: resilienza, stabilità, capacità di adattamento dei differenti scenari esaminati. (Sammut-Bonnici, 2015)

3.3.8 Agent-Based Model (ABM)

In termini di aggregazione e scala, gli ABM, rispetto ai modelli precedenti, tendono ad essere applicati su scale più piccole, sebbene siano comunque predisposti per generare e organizzare un certo livello di popolazione, specialmente se il focus riguarda il movimento in uno spazio fisso come nei modelli pedonali. Le dinamiche e le relazioni con l'ambiente sono simili a quelli dei modelli CA e MAS e tendono ad essere altamente disaggregati fino al punto in cui gli individui costituiscono le unità di base. I problemi emergono quando gli individui vengono aggregati in gruppi o quando gli agenti diventano agenzie o amministrazioni: in questi casi i modelli tendono ad essere più concettuali piuttosto che di uso pratico predittivo. L'approccio ABM simula le azioni individuali dei diversi agenti e misura il sistema di comportamento che ne risulta e i movimenti nel tempo. La distinzione tra i nuovi approcci e le concezioni più statiche è che essi facilitano l'esplorazione dei processi del sistema al livello degli elementi costituenti. Essenziale per il progresso degli ABM è stato lo sviluppo di software e di processi meccanici con caratteristiche che cambiano nel tempo e si basano su proprietà interne, regole e input esterni. (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012)

3.3.9 Confronto

I sistemi spaziali sono caratterizzati da continui cambiamenti ed evoluzioni nel tempo e nello spazio. Gli impatti delle interazioni tra agenti individuali (uomo, città o rappresentazioni astratte) o tra agenti e ambiente (fisico, sociale) possono avere conseguenze su multiple scale e in differenti periodi di tempo. I precedenti approcci di modellizzazione si focalizzavano sulla rappresentazione di questi sistemi come aggregazioni di popolazioni statiche, aggre-

gazioni di comportamenti razionali e poco personalizzati e flussi di informazioni semplici (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Sebbene questi approcci fossero semplificati dalla letteratura accademica, una delle principali criticità riguardava il trattamento di tutti i componenti geografici e spaziali, trattati come entità omogenee. Nel corso del ventesimo secolo la geografia ha incorporato idee e teorie proveniente da altre discipline, quali l'economia, la matematica e l'informatica, consentendo di comprendere meglio il significato della modellizzazione e la comprensione degli impatti sui singoli agenti, ma soprattutto l'eterogeneità dei sistemi spaziali in luoghi e tempi differenti (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Di seguito viene proposto una tabella comparativa dei modelli precedentemente descritti.

	AMBIENTE	AGENTI	TEMPO	APPLICAZIONI
CA	Scale grandi, spazio semplicistico e spesso irrealistico, griglia o reticolo bidimensionale suddivisa in celle, ognuna delle quali assume un insieme di regole semplici, che ne determinano il valore	Chiamati stati cellulari, generalmente non sono più di una dozzina, non si muovono fisicamente nello spazio, possono essere associati a spazi diversi	Intervalli temporali di periodi annuali	Processi di sviluppo del territorio, modelli di equilibrio tra domanda e fornitura di terra, poco utilizzati per casi socio-economici
SEM	Ampiamente applicati su scala regionale, su una scala tale per cui le medie statistiche sono stabili e questo significa che i dati relativi lo spazio sono appropriati per l'inferenza statistica standard	Non consentono la distinzione tra popolazione e ambiente	I dati relativi il tempo seguono l'inferenza statistica standard	Utilizzati perlopiù in econometria, finanza pubblica, organizzazione industriale empirica
LUTI	Lo spazio è trattato come sistemi discreti di zone aggregate	La popolazione è fusa con l'ambiente, non esistono veri e propri agenti, ma interazioni spaziali	Essenzialmente atemporali, statici, non esplorano dinamiche a lungo termine	Tentano di coprire la maggior parte degli scenari da valutare, si basano perlopiù sulla fisica sociale e sull'economia urbana, offrono una vasta gamma di strutture possibili tra cui selezionare i moduli appropriati per problemi specifici
SDM	L'ambiente è interamente assorbito dalla popolazione, non c'è variazione spaziale, i modelli applicano ciò che accade in uno spazio a molti altri	Sono rappresentati dalle fonti di informazione che impattano sui flussi	Intervalli temporali di periodi molto brevi ma anche piuttosto lunghi	Analisi e definizioni delle *policy*, non hanno trovato ampia applicazione perché non sono stati generalizzati in modo coerente e perché lo spazio è difficilmente gestibile

	AMBIENTE	AGENTI	TEMPO	APPLICAZIONI
MM	I modelli possono adattarsi a qualsiasi scala	I campioni sono selezionati casualmente da un universo o una popolazione molto più grande e non specifica di un ambiente, in cui è impossibile rappresentare tutti gli individui e dove deve essere rappresentata l'eterogeneità della popolazione. Rappresentati in termini di unità di base, vengono suddivisi in termini di distribuzione delle caratteristiche (distribuzione del reddito, ecc.)	Temporalmente dinamici	L'attenzione si concentra sulla demografia e le sue relazioni con la fornitura di servizi su scala territoriale, il limite riguarda la non possibilità di formulare un modello base
MAS	Tendono ad essere applicati su scale più piccole rispetto alla regione o alla metropoli, sebbene siano comunque predisposti per operare a grande scala	Agenti diversi, anche centinaia, caratterizzati da processi informatici che si verificano contemporaneamente, esistono nello stesso momento, condividono risorse e comunicano tra loro, sono entità computerizzate autonome perché hanno la capacità di adattarsi quando il loro ambiente cambia.	Temporalmente dinamici	Usato per monitorare diversi processi: telecomunicazioni, internet e agenti fisici, ecologia, scienze sociali, ma anche questioni urbane e di edilizia
CAS	Interazioni ambientali ai livelli più piccoli di aggregazione per poi espandersi ai livelli superiori, possibilità di interi sistemi di essere scomposti in molti livelli di componenti più semplici, quindi sono adatti a una vasta gamma di scale	Agenti diversi, aggregazione (proprietà che consente ai gruppi di formarsi), non linearità, flussi (consente il trasferimento e la trasformazione di risorse e informazioni), diversità (consente agli agenti di comportarsi in modo diverso l'uno dall'altro), auto-organizzazione	Le componenti sociali ed ecologiche interagiscono tra loro in differenti scale temporali	Il suo campo riguardava originariamente l'adattamento e l'emergere di sistemi biologici
ABM	In termini di aggregazione e scala tendono ad essere applicati su scale più piccole rispetto alla regione o alla metropoli	Centinaia o migliaia di entità diverse riassumibili in un gruppo di agenti (es. agente cittadinanza), aggregazione in gruppi, simula le azioni individuali dei diversi agenti e misura il sistema di comportamento	Temporalmente dinamici	Scienze naturali e sociali, inclusa la biologia e la medicina, fisica e chimica, matematica e informatica, economia e psicologia, architettura e urbanistica

3.4 AGENT-BASED MODEL (ABM)

La modellizzazione e simulazione basata su agenti (ABM) è un nuovo approccio ai sistemi di modellazione composta da agenti autonomi e interagenti. I progressi computazionali hanno reso possibile un numero crescente di modelli basati su agenti in una varietà di campi applicativi. Le applicazioni spaziano dal comportamento degli agenti nel mercato azionario, alle catene di approvvigionamento, ai mercati di consumo, alla previsione della diffusione di epidemie, alla mitigazione della minaccia della guerra e alla comprensione dei fattori che potrebbero essere responsabili della caduta di antiche civiltà (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Tali progressi suggeriscono che il potenziale degli ABM abbia effetti di vasta portata sul modo in cui le aziende utilizzano i computer per supportare i processi decisionali e sul modo in cui i ricercatori utilizzano modelli basati su agenti come laboratori elettronici. Questa modellizzazione è un approccio relativamente nuovo, in quanto ha acquisito crescente attenzione solamente negli ultimi dieci anni. Il trend di crescita è evidenziato dal numero crescente di articoli che compaiono in riviste di modellizzazione e di applicazioni, dal numero di programmi finanziati che richiedono modelli basati su agenti che incorporano elementi di comportamento umano e sociale, dal numero crescente di conferenze che dedicano intere sezioni alla modellizzazione basata su agenti, dalla richiesta di corsi ABM e di programmi di istruzione, nonchè dal numero di ricercatori.

Il modello ABM è: utile perché è un approccio di modellizzazione appropriato per un'ampia classe di problemi e in molti casi presenta vantaggi rispetto agli altri approcci convenzionali; facilmente utilizzabile grazie all'avanzamento di software estensibili e trasferibili, con ambienti di sviluppo integrati migliori e sempre più esempi di applicazioni con esiti positivi; usato, in quanto è entrato appieno tra le tecniche utilizzate per risolvere problemi pratici, concreti (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Alcuni ricercatori ritengono che la modellizzazione basata su agenti si stia diffondendo perché il mondo in cui viviamo si sta complessificando: i sistemi da analizzare e modellare diventano sempre più complessi in termini di interdipendenza e gli strumenti di modellizzazione convenzionali potrebbero non essere applicabili come una volta. Ad esempio, la modellizzazione dei mercati economici in passato si è tradizionalmente basata sulle nozioni di mercati perfetti, agenti omogenei ed equilibrio di lungo periodo così da rendere i problemi analiticamente e computazionalmente tracciabili (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Solo negli ultimi dieci anni ci si è effettivamente posti il problema di avvicinare la questione alla realtà, così da essere in grado di avere una visione più realistica di questi sistemi economici attraverso ABM. In questi modelli i dati vengono raccolti e organizzati in database a livelli più fini di granularità. Va considerato che tutto questo proces-

so di avanzamento è stato possibile solo grazie al potere computazionale che sta avanzando rapidamente. Ora è possibile quindi calcolare modelli di micro-simulazione su larga scala che non sarebbero stati plausibili fino a pochi anni fa.

La modellizzazione basata su agente è conosciuta nel mondo della ricerca con molti nomi: ABM (modello basato su agenti), ABS (sistema basato su agenti o simulazione) e IBM (modello basato su individui), tutti acronimi ampiamente utilizzati. Altro punto di chiarimento riguarda il termine "simulazione": la simulazione basata sull'agente si riferisce a un modello in cui i processi dinamici di interazione agente sono simulati ripetutamente nel tempo, come nella dinamica dei sistemi, nell'evento discreto e in altri tipi di simulazione (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Un modello basato su agente, più in generale, è un modello in cui gli agenti interagiscono ripetutamente. Ad esempio, quando gli agenti ottimizzano il loro comportamento collettivo attraverso semplici scambi di informazioni lo scopo è quello di ottenere uno stato ultimo desiderato, cioè il sistema ottimizzato, piuttosto che simulare un processo dinamico fine a sè stesso.

L'ABM ha connessioni con molti altri campi, tra cui scienza della complessità, scienza dei sistemi, dinamica dei sistemi, informatica, scienze gestionali, diversi rami delle scienze sociali e della modellazione e della simulazione convenzionali (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Attinge a questi campi per le sue basi teoriche, la sua visione concettuale, la sua visione filosofica e per le tecniche applicabili. ABM è legato anche ai campi precedenti dei sistemi multi-agente (MAS) e della robotica dal campo dell'intelligenza artificiale (AI), nonché ai sistemi complessi adattivi (CAS) (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

In conclusione, il suo uso più comune è nella modellizzazione del comportamento umano sociale e organizzativo e del processo decisionale individuale. Con ciò, nasce la necessità di rappresentare comportamenti, interazioni sociali, collaborazioni, comportamenti di gruppo e le possibili situazioni di emergenza che ne conseguono.

3.4.1 Caratteristiche principali

Questa tecnica di simulazione si basa sostanzialmente sull'interazione tra singoli elementi di un sistema. Tali elementi sono definiti "agenti" e ogni gruppo di essi agisce in modo del tutto indipendente, ma tutti orientati al raggiungimento di un obiettivo specifico all'interno di un ambiente condiviso. Gli ABM consentono di collegare e mettere in relazione il sistema sociale e quello economico, di definire i processi decisionali dei singoli agenti, di studiare e verificare l'influenza delle decisioni prese a livello micro per arrivare al conseguente livello macro, così da studiare la risposta complessiva generata dai vari scambi (Crooks, Castle, Batty, 2008).

I componenti fondamentali, definiti per la prima volta da Ferber (1999) riguardo i MAS, ma

estendibili anche all'approccio ABM, sono cinque:

- lo spazio di interazione o ambiente
- un set di oggetti associati all'ambiente
- un gruppo di agenti, ognuno dei quali non obbligatoriamente interagisce con ogni parte dell'ambiente
- un insieme di relazioni che collegano oggetti e agenti tra loro
- un set di operazioni che rendono possibile agli agenti percepire, trasformare e manipolare gli oggetti.

Per facilitare la leggibilità della struttura per la descrizione con un ordinamento logico, il modello è stato qui descritto usando il protocollo standard ODD (Panoramica, Concetti di progettazione e Dettagli). Tale protocollo è stato ampiamente applicato per assicurarsi che le descrizioni di tali modelli complessi fossero leggibili e complete ai fini della comprensione dell'applicazione e della replicabilità del modello (Polhill, Parker, Brown, Grimm, 2008). La descrizione consiste di tre categorie ordinate cronologicamente e sette elementi, analizzati nella sezione seguente. Le tre categorie sono:

- panoramica: esplorazione dell'entità dei possibili cambiamenti socio-ecologici, spaziali e temporali spinti da diversi interventi o politiche di trasformazione
- analisi delle caratteristiche: identificazione dei componenti protagonisti del sistema, riconoscimento di posizioni e periodi rispetto a una politica specifica
- dettagli: evidenziazione di solidi interventi che potrebbero migliorare l'ambiente, dando benefici socio-economici a lungo termine.

Quello che ne dovrebbe risultare sono stime ragionevoli delle divergenze e dei limiti di un determinato comportamento o politica da attuare attraverso molteplici scenari di interventi. Il modello acquisisce poi maggiore significato se le valutazioni degli impatti delle politiche si basano su analisi comparative di più risultati indotti dalla politica, piuttosto che sulle previsioni della grandezza assoluta degli impatti.

3.4.2 Struttura

Le tre macro-categorie precedentemente descritte, si suddividono a loro volta in più componenti, andando a definire pari passo le fasi di costruzione del sistema:

1. Panoramica

- Obiettivo
- Entità, variabili di stato e scala del modello
- Definizione del processo e programmazione

2. Analisi delle caratteristiche

- Proprietà emergenti
- Comportamenti adattivi
- Obiettivi
- Apprendimento da parte degli agenti
- Modalità di previsione degli agenti
- Definizione del grado di percezione (*sensing*) del proprio ambiente da parte degli agenti
- Interazione tra gli agenti
- Stocasticità del modello

- Comportamenti collettivi
- Osservazioni output del modello

3. Dettagli

- Inizializzazione del modello
- Dati utilizzati in input
- Sotto-modelli

(Polhill, Parker, Brown, Grimm, 2008)

1. Panoramica

La prima categoria del protocollo dà una panoramica generale del programma e del contenuto, a partire dalla definizione dell'obiettivo fino alla realizzazione del modello mediante software. In questa fase viene specificata la struttura e la complessità, precisando agenti, processi e sequenza di esecuzione attraverso schemi, diagrammi e tabelle.

- **Obiettivo**

  La definizione dell'obiettivo è fondamentale per stabilire e spiegare in modo conciso le variabili significative e gli attori coinvolti. L'obiettivo è il punto focale, senza il quale sarebbe difficile proseguire con la lettura del modello, capire quali azioni intraprendere qualora si verificassero problematiche e conflitti, per questa ragione va espresso in modo chiaro, senza ambiguità.

- **Entità, variabili di stato e scala del modello**

  Le variabili di stato degli agenti corrispondono a variabili spaziali bio-fisiche (condizioni del terreno, copertura del suolo, accessibilità), variabili spaziali economiche (distanza prossima alle strade), variabili spaziali istituzionali (proprietario, zonizzazione), includono anche l'ambiente in quanto percepito dall'agente. Le variabili di stato possono essere di due tipi: statiche e dinamiche. Le variabili statiche non subiscono cambiamenti nel tempo, quelle dinamiche possono essere guidate da processi naturali, che vanno oltre il controllo umano, o essere indotte da interventi politici. I parametri che specificano il comportamento degli agenti sono anch'essi trattati come variabili di stato. Le variabili includono anche un insieme di coefficienti di preferenza (o pesi), che riflettono l'importanza relativa ai vari aspetti ambientali, socioeconomici e politici. Le variabili globali, al contrario di quelle dirette, sono quelle variabili che non sono associate agli agenti, sono esogene al modello, come ad esempio gli incentivi statali per l'utilizzo di fonti rinnovabili, piuttosto che per il restauro e l'adeguamento di edifici esistenti. L'obiettivo è quello di realizzare una sorta di fotografia del modello in cui sono riportati gli agenti, l'ambiente in cui essi vivono ed interagiscono, definire quali sono le variabili e se gli agenti sono caratterizzati tutti dalle stesse. Infine, è necessario definire la scala utilizzata per la rappresentazione: intervalli temporali e dimensione delle unità spaziali in cui gli agenti si muovono, compiono le azioni ed interagiscono tra loro.

- **Definizione del processo e programmazione**

  Il panorama iniziale è basato sulla griglia forni-

ta dai file raster GIS. Agli utenti del modello viene chiesto di impostare i parametri degli agenti e delle politiche a loro piacimento per vedere le conseguenze delle variazioni. È necessario esplicitare verbalmente la sequenza con cui avvengono i processi, in modo da essere facilmente intuibili da tutti. Questa fase risulta essere quella maggiormente onerosa in termine di tempo di realizzazione e di complessità, in quanto è necessario conoscere il linguaggio di programmazione.

2. Analisi delle caratteristiche

La seconda fase definisce i concetti e il ruolo che questi ricoprono all'interno del sistema, le caratteristiche e i comportamenti proprie degli agenti da analizzare una volta che il modello è stato realizzato ed eseguito per lo studio del fenomeno.

- **Proprietà emergenti**
  Questa fase è volta ad individuare i risultati principali del modello, distinguendo quali tra questi erano stati previsti e quali sono emersi dopo la realizzazione del modello.

- **Adattamento**
  Fase di valutazione delle conseguenze nei risultati in base al tipo di adattamento scelto dagli agenti e ai loro obiettivi.

- **Obiettivi**
  Fase di valutazione degli obiettivi che gli agenti devono perseguire. In base ai risultati ottenuti dalle varie simulazioni bisogna comprendere quanto la funzione sia realistica e quanto sia stata influenza dalle scelte degli altri agenti.

- **Sensing**
  Analisi della variazione dei risultati del modello rispetto alla percezione degli agenti, aumentando l'ampiezza del *sensing* dei singoli agenti o del *sensing* mediato tra i vari agenti.

- **Capacità previsionale**
  Valutazione della capacità di memorizzare e di prevedere da parte degli agenti.

- **Apprendimento**
  Analisi delle variazioni dei risultati del modello eseguita considerando differenti gradi di apprendimento degli agenti e dell'influenza di tale variazione sull'output finale.

- **Interazione**
  Analisi del modello effettuata considerando le modalità d'interazione tra gli agenti e tra gli agenti e l'ambiente e verifica delle conseguenze alla variazione della modalità.

- **Stocasticità del modello**
  Valutazione della correttezza dei processi casuali inseriti all'interno del modello per capire se portano ad una distorsione dei risultati.

- **Comportamenti collettivi**
  Analisi dei comportamenti di tipo collettivo e delle influenze che hanno questi comportamenti

sull'output del modello.

- **Osservazione output del modello**
  Fase tecnica per scegliere gli strumenti migliori per generare risultati chiari e comprensibili all'osservatore, a scelta tra *plot* grafici, file in excel o semplici output numerici.

3. **Dettagli**

Nell'ultimo blocco vengono specificati aspetti tecnici e caratteristiche operative in modo dettagliato rispetto alle scelte compiute nella fase iniziale del modello, agli eventuali input e alla struttura dei sotto-modelli, che illustrano i processi del programma.

- **Inizializzazione**
  Definizione delle informazioni fondamentali per la replica del modello: parametri iniziali, stato iniziale dell'ambiente e degli agenti. Si distinguono due modalità differenti: la prima prevede lo studio del modello a seguito dei cambiamenti inseriti in fase di modellizzazione sulla base delle condizioni iniziali fissate; la seconda prevede lo studio del modello escludendo l'influenza delle condizioni iniziali, eseguendo il modello per un periodo di tempo tale per cui la memoria dello stato iniziale non infierisca sulle dinamiche del modello.

- **Input data**
  È fondamentale chiarire e specificare quali dati esterni, che influiscono sulle variabili di stato, vengono inseriti in fase di esecuzione del modello, precisandone l'origine. Spesso questo procedimento viene effettuato già in fase di panoramica.

- **Sotto-modelli**
  In questa ultima fase vanno descritte e giustificate le scelte effettuate in fase di definizione del comportamento degli agenti, di quali regole, parametri e assunzioni teoriche si è tenuto conto per la realizzazione del modello. La suddivisione in sotto-modelli viene effettuata per poter spiegare tutti i particolari, imputando a ciascuno un compito specifico e rendendo maggiormente comprensibile il modello e facilmente gestibile qualora fosse necessario apportare delle modifiche.

Al termine della simulazione, l'analisi di sensibilità ha la funzione di monitorare l'output del modello in relazione alla variazione dei parametri consentendo quindi anche di capire quali parametri incidono e in quale misura sull'output complessivo del modello (Polhill, Parker, Brown, Grimm, 2008).

L'approccio del ricercatore quindi può essere riassunto in fasi: formulazione del quesito, formulazione dell'ipotesi di processo, definizione della struttura del modello, implementazione del modello tramite software, analisi e revisione ed eventualmente diffusione e comunicazione del modello (Polhill, Parker, Brown, Grimm, 2008). Per fare questo, sono necessari cinque componenti, di cui l'ultimo è un'integrazione non sempre richiesta:

1. i dati utilizzati, gli agenti e i dati GIS dello stato di fatto;

2. il simulatore dinamico urbano, che è il motore dell'intero sistema;
3. un insieme di dati spaziali per la distribuzione degli edifici e di altri parametri nella scena, che derivano dal simulatore dinamico urbano;
4. lo sviluppo di scenari con cui i modelli geografici possono prevedere l'alternativa e comprendere le future trasformazioni;
5. eventualmente l'ambiente GIS, usato per la visualizzazione 3D del nuovo ambiente costruito.

Nel contesto di modellizzazione, gli ABM vengono utilizzati come supporti sperimentali per l'esecuzione e l'osservazione di simulazioni, sono pensati come un laboratorio in cui gli attributi e il comportamento degli agenti e l'ambiente in cui sono alloggiati possono essere alterati e le ripercussioni osservate nel corso di più sessioni di simulazione (Railsback, 2005). La capacità di simulare le azioni individuali di molti agenti diversi e misurare il comportamento del sistema risultante e gli esiti nel tempo (es. cambiamenti nei modelli di flusso del traffico), significa che i modelli basati su agente possono essere utili strumenti per studiare gli effetti su processi che operano su più scale e livelli organizzativi (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). In particolare, le radici di ABM sono nella simulazione del comportamento sociale umano e del processo decisionale individuale. In questo senso ABM ha trasformato la ricerca in scienze sociali permettendo ai ricercatori di replicare o generare l'emergere di fenomeni sociali empiricamente complessi da un insieme di regole relativamente semplici basate su agenti a livello micro (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

3.4.3 L'ambiente

Per comprendere la definizione del termine "ambiente" in una simulazione ABM è innanzitutto importante fare una distinzione tra l'ambiente più ampio, all'interno del quale il sistema si trova rispetto al resto del mondo, e l'ambiente locale del sistema, quindi il nesso spazio-temporale che appartiene alle funzioni in questione (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). In breve, l'ambiente locale del sistema è lo spazio, il reticolo formato da celle, in quanto referenti localizzativi, che cambiano nel tempo. Contrariamente, il sistema più ampio, riguarda quello dei componenti e delle loro funzioni che operano all'interno di questo ambiente. In sostanza, l'ambiente locale opera nell'ambiente più ampio, seguendo il suo nesso spazio-temporale (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Di conseguenza, l'ambiente definisce lo spazio nel quale gli agenti operano, interagiscono tra di loro e con l'ambiente stesso. In base allo spazio definito, può essere espresso il concetto di prossimità come distanza tra spazi continui, come adiacenza tra celle in una griglia, o come connessioni in una rete di collegamenti sociali (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

L'ambiente può essere spazialmente esplicito, quindi gli agenti hanno una localizzazione specifica nello spazio geometrico, che a sua volta può

essere statico o dinamico, o implicito, nel caso in cui la posizione degli agenti sia irrilevante. Un ambiente statico si utilizza quando si vogliono investigare le interazioni tra agenti, viceversa un ambiente dinamico è più adatto quando si studiano le conseguenze e gli effetti di un cambiamento dell'ambiente sugli agenti. L'ambiente può essere rappresentato in modi differenti, la rappresentazione dipende dal tipo di simulazione che si vuole effettuare: può avere semplicemente la funzione di posizionamento geografico o fornire informazioni precise e spesso vincolanti per gli agenti, come nel caso dell'integrazione del software GIS. Nel primo caso la rappresentazione è irrealistica, ma consente comunque di specificare caratteristiche o dati utili al modello, e viene utilizzata quando non è importante la localizzazione geografica, ma l'obiettivo è solo quello di cogliere dinamiche, comportamenti e variazioni di agenti e politiche. Nel caso di una rappresentazione realistica invece, l'ambiente è descritto da coordinate cartesiane e dati, solitamente incorporati nel *database* del software GIS. Quest'ultima rappresentazione è utile al modello quando l'obiettivo è quello di studiare determinati aspetti propri di una specifica area.

Oltre a questa distinzione, l'ambiente può essere definito *cell-based*, nel caso in cui i dati vengono ricercati e raccolti direttamente sul sito, o *object-based*. Il primo richiede una raccolta, trasmissione ed elaborazione di dati elevati, presupponendo l'utilizzo di software molto potenti. La rappresentazione *object-based* invece richiede una capacità di elaborazione minore, quindi è particolarmente adatta per simulazioni di paesaggi vasti all'interno delle quali bisogna inserire molte proprietà.

Rappresentazione dell'ambiente

Il modello ABM, occupandosi delle relazioni degli agenti con l'ambiente, richiede una topologia come base per l'interazione sociale. Il ricercatore può anche optare per un insieme di topologie comuni, rifacendosi a modelli "zuppa" o modello a-spaziali, in cui gli agenti non hanno posizione e il modello non ha rappresentazione spaziale reale (Macal, North, 2009). Nella topologia del Sistema Informativo Geografico (GIS) invece gli agenti si muovono su un paesaggio realistico, in cui le reti ambientali consentono di definire il quartiere in modo anche molto accurato, in base alla scala geografica utilizzata. Anche la topologia della rete GIS può essere statica o dinamica. Nel primo caso, i collegamenti sono pre-specificati e non cambiano nel modello, nel secondo i collegamenti sono determinati in base a meccanismi inclusi nel modello stesso (Macal, North, 2009). Indipendentemente dalla topologia utilizzata nel modello, l'idea essenziale è quella dell'interazione locale e del trasferimento di informazioni tra agenti. L'interazione avviene con un numero di agenti contenuto, deve quindi essere definito un vicinato locale, più o meno reale. Questo non vuol dire che gli agenti debbano essere localizzati in stretta vicinanza l'uno con l'altro per essere in grado di interagire, in quanto il modello consente agli agenti di essere collegati sulla base di relazioni diverse dalla prossimità. La definizione del vicinato consente però di comprendere in modo univoco la

lunghezza delle influenze esercitate rispetto all'intero quartiere.

Il GIS per la rappresentazione dello spazio veniva già utilizzato nei precedenti modelli urbani, perché consente di modellare città usando una varietà di forme e dimensioni di pacchi di terra differenti. Il vantaggio del GIS è che ci si può occupare di oggetti fissi e mobili, gestiti in base ai cambiamenti della loro situazione nello spazio. Gli oggetti fissi sono i parchi, le strade, gli edifici, tutto ciò che non può muoversi, viceversa gli oggetti mobili, come le persone, hanno regole di transizione e possono muoversi. Questo vantaggio consente al tessuto urbano sottostante di cambiare a seconda dei comportamenti e degli obiettivi degli agenti, in quanto un cambiamento nelle variabili causerà cambiamenti immediati su tutto il sistema. Questo cambiamento può essere rilevato dalla georeferenziazione di oggetti e agenti semplicemente usando le coordinate x e y.

La rappresentazione realistica o artificiale dell'ambiente dipende anche dalle interazioni, dai comportamenti individuali, dalle variabili, dal numero di attori in esame e naturalmente dall'obiettivo della simulazione. Attualmente questi modelli sono stati applicati perlopiù a sistemi astratti, progettati per verificare come lo spazio influisce sull'esito della simulazione (Crooks, 2006). I modelli applicati a situazioni del mondo reale, hanno la necessità di studiare problemi e questioni in modo più dettagliato, testando contemporaneamente diversi scenari (Crooks, 2006), necessitando dunque di dati vettoriali per l'impostazione delle condizioni e dei parametri iniziali quanto più vicini alla realtà. Per questa ragione, il GIS, grazie alla moltitudine di livelli contenuti in esso, in cui ogni livello è costituito da una serie di caratteristiche ognuna georeferenziata, consente di rendere tali relazioni tra ambiente e agenti più vicini alla realtà. Questa capacità di includere diverse caratteristiche e i loro attributi di diversi livelli in un GIS, consente in più una rappresentazione più ampia del sistema di interesse durante la modellazione. Dalla combinazione ABM-GIS ne risulta una maggiore comprensione di come funzionano e funzioneranno le città o parti di esse e la possibilità di affrontare problemi propri di una città specifica, siano essi problemi di espansione urbana, congestione, segregazione e così via.

In conclusione, l'uso di celle o poligoni per rappresentare lo spazio ha il vantaggio di dare realismo ai modelli insieme alla capacità di calcolare la topologia, ad esempio l'adiacenza dei poligoni. Al tempo stesso però, allontanarsi dal tradizionale spazio cellulare porta a problemi concettuali come la definizione di quartieri, nuovi algoritmi di ricerca e regole di movimento, nonché al trattamento dei confini fisici (come fiumi e autostrade) nel calcolo (Crooks, 2006).

3.4.4 Gli agenti

Non c'è un accordo universale tra i ricercatori riguardo una precisa definizione del termine

"agente", permane un continuo dibattito ancora oggi (Macal, North, 2005). La diversità delle applicazioni rende difficile l'estrapolazione di un'enunciazione chiara e definitiva, anche perché le stesse caratteristiche sono difficili da estrarre e definire dalla letteratura (Bonabeau, 2002).

Gli agenti possono essere la rappresentazione di ogni tipo di entità autonoma come per esempio le persone, ma anche edifici, macchine, parcelle territoriali, gocce d'acqua o insetti. Gli agenti dunque sono la rappresentazione di entità animate, come umani, che possono vagare liberamente all'interno di un ambiente, o inanimate, fissi in una locazione ma con la possibilità di cambiare stato (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Proprietà e attributi

Definito il comportamento di un agente come rappresentazione di un processo che collega esso stesso al suo ambiente, alle sue decisioni e azioni, gli agenti sono caratterizzati da determinate proprietà e attributi (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012), sono dunque entità:

- **autonome e autodirette**: possono funzionare in modo indipendente nel loro ambiente e nelle loro interazioni con altri agenti, sono capaci di dare informazioni e scambiare queste con altri agenti per prendere decisioni indipendenti, sono liberi di interagire con altri in un limitato range di situazioni e questo non necessariamente influenza la loro autonomia
- **eterogenee**: sono individui autonomi aventi attributi propri, unici e specifici, come età, sesso, lavoro
- **modulari**: sono individui discreti e identificabili con un insieme di caratteristiche o attributi, comportamenti e capacità decisionali, in cui il requisito di discrezione implica che un agente ha un limite in un senso e si può facilmente determinare se qualcosa (cioè un elemento dello stato del modello) è parte di un agente, non fa parte di esso o è una caratteristica condivisa tra agenti
- **sociali**: interagiscono con altri agenti, hanno protocolli o meccanismi che descrivono tali interazioni, includendo le situazioni di contesa e prevenzione delle collisioni, la comunicazione e lo scambio di informazioni, l'influenza e altri meccanismi specifici del dominio o dell'applicazione
- **attive**: esercitano un'influenza nella simulazione, la loro attività può essere identificata come proattiva/diretta all'obiettivo o reattiva/percettiva se hanno consapevolezza e senso dei dintorni e degli obiettivi altrui, possono anche essere forniti di conoscenze pregresse dovute ad una "mappa mentale" del loro ambiente, che fornisce loro la consapevolezza di entità o ostacoli presenti all'interno del loro ambiente
- **razionali**: la modellizzazione si basa sul paradigma della scelta razionale che presuppone che gli agenti siano ottimizzatori perfettamente razionali con accesso illimitato alle informazioni, lungimiranza e capacità analitica, ma essi possono essere configurati anche con razionalità "limitata", che consente loro di fare scelte induttive, discrete e adattive verso il raggiungimento degli obiettivi

- **interattive/comunicative**: hanno la capacità di comunicare, ma soprattutto interrogare altri agenti
- **mobili**: possono "vagare" nello spazio all'interno di un modello o rimanere fissati (Macal, North, 2009; Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Oltre a questi attributi, gli agenti hanno spesso proprietà aggiuntive, non considerate come proprietà definitive o necessarie:

- possono vivere nello stesso ambiente oggetto di valutazione
- possono avere obiettivi espliciti che guidano il loro comportamento, non necessariamente obiettivi da massimizzare, ma semplici criteri rispetto ai quali valutare l'efficacia delle loro decisioni e azioni, consentendo loro di confrontare in modo continuo i risultati dei comportamenti con gli obiettivi e fornendo un punto di riferimento per possibili modifiche del comportamento
- possono avere la capacità di apprendere e adattare i loro comportamenti in base alle loro esperienze, questo richiede però che gli agenti in questione abbiano memoria, possono quindi essere progettati per alterare il loro stato in base agli stati precedenti, questo adattamento può avvenire a livello individuale o a livello di popolazione
- hanno spesso attributi di risorse che indicano il loro attuale stock di una o più risorse, ad esempio energia, ricchezza, informazioni, ecc. (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Queste proprietà vengono considerate aggiuntive in quanto spesso, gli agenti di un modello mancano di alcune di esse semplicemente perché non è quello lo scopo prefissato dal modello stesso. Ad esempio, se lo scopo del modello è quello di valutare un insieme di specifiche regole di gestione dell'inventario, potrebbe non essere necessario modellare l'adattamento dell'agente. Le regole comportamentali di un agente possono variare nella loro sofisticazione e complessità, sulla base di quante informazioni vengono considerate: si parla di carico cognitivo considerato, come la previsione di possibili reazioni o comportamenti di altri agenti, l'estensione della loro memoria di eventi passati che conservano e utilizzano nelle loro decisioni (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Comportamento e relazioni

Gli agenti usati sono diversi, eterogenei e dinamici nei loro attributi e hanno regole comportamentali. Il comportamento di un componente indipendente può variare da una natura semplice, ad esempio descritta mediante regole *if-then* semplici, ad una natura complessa e articolata, ad esempio descritta da modelli comportamentali complessi che richiamano la scienza cognitiva o l'intelligenza artificiale (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Alcuni autori insistono sul fatto che il comportamento di un componente deve anche essere adattivo per poter essere considerato un agente (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). In questa prospettiva, l'etichetta dell'agente è riservata ai componenti che possono apprendere dal proprio ambiente e modificare dinamicamente i propri comportamenti in risposta alle proprie esperienze. Altri ricercatori sostengono che

gli agenti dovrebbero contenere sia le regole a livello base per il loro comportamento sia un insieme di livello superiore di "*regole per cambiare le regole*" (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Le regole a livello base forniscono risposte all'ambiente, mentre le seconde sono necessarie per l'adattamento. Ciò richiede che gli agenti siano risponditori attivi e pianificatori piuttosto che componenti passivi (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Ogni agente inanimato o animato possiede poi delle regole che influenzano il suo comportamento e la relazione con altri agenti e con l'ambiente stesso. Le regole derivano tipicamente dalla letteratura, da conoscenze specialistiche, analisi e studi scientifici e sono alla base del comportamento degli agenti. Un set di regole può essere applicato a tutti gli agenti oppure ogni singola categoria può possedere il suo proprio set di regole. Ad esempio, gli agenti "rivenditori di benzina" operano tutti con lo stesso set basico di regole al fine di massimizzare i profitti, se invece lo studio vede interessati differenti tipi di agenti "rivenditori", ad esempio supermarket e altro, questi possono essere accomunati dallo stesso set, poiché la condizione di soddisfazione viene raggiunto attraverso specifiche azioni simili (Heppenstall, Evans, Birkin, 2006). Il set di regole riguarda anche quegli agenti che compiono delle azioni di "ignoranza": in questo caso le regole vengono inserite attraverso nozioni insegnate (Heppenstall, Evans, Birkin, 2006). La struttura comportamentale degli agenti del modello è stata studiata da vari specialisti: ad esempio Malleson usa la struttura PECS (*Physical conditions, Emotional states, Cognitive capabilities and Social status*) per rappresentare le motivazioni e i desideri dei criminali. Lo studio parte dall'osservazione delle interazioni all'interno di uno stesso agente, tra gli agenti e con l'ambiente.

Le relazioni variano da semplicemente reattive (ad esempio gli agenti agiscono solo quando si innesca qualcosa a causa di stimoli esterni, come le azioni di altri agenti, agiscono solo dopo che altri hanno agito), a dirette all'obiettivo (ricercano un obiettivo particolare). I comportamenti possono essere schedati in modo sincronico (tutti gli agenti agiscono in ogni momento, tutti i cambianti avvengono simultaneamente) o asincronicamente (le azioni di un agente sono in programma dall'azione di altri agenti, con riferimento a un arco temporale).

Quando una cella viene selezionata da più di una agente per lo sviluppo si genera un conflitto, che viene risolto da una competizione per identificare l'agente dominante. Il vincitore della competizione è determinato dai punteggi degli agenti concorrenti. Il punteggio di un agente dipende dal tipo di agente e dal numero di volte che l'agente ha perso le celle nelle precedenti competizioni. Il punteggio è calcolato usando la seguente formula:

$$\left[W_{tipo} * P_{tipo} + W_{frustrazione} * \text{Frustrazione} \right]$$

dove

- P_{tipo} è il punteggio assegnato a ciascun tipo di

agente

- Frustrazione è il numero di volte in cui un agente ha perso una cella
- W_{tipo} e $W_{frustrazione}$ sono i pesi considerati per P_{tipo} e Frustrazione, rispettivamente (Hosseinali, Alesheikha, Nourian, 2013).

Il valore di Frustrazione è uguale a zero per tutti gli agenti all'inizio. Tuttavia, ogni volta che un agente perde una cella in una competizione, il suo valore di Frustrazione aumenta di uno. Questo aumento significa che nella prossima competizione per l'agente sarà più difficile sviluppare una cella. W_{tipo}, $W_{frustrazione}$ e P_{tipo} sono determinati dagli esperti considerando le condizioni coppia per coppia della competizione tra agenti. (Hosseinali, Alesheikha, Nourian, 2013)

Gli attributi e i meccanismi di risposta degli agenti ai cambiamenti ambientali e agli interventi umani sono aspetti importanti nella fase di progettazione. Tali meccanismi riflettono il reale comportamento dell'uomo, che può essere riassunto in cinque atteggiamenti (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012):

- **emergenza**: performance di sostentamento dell'intera famiglia o gruppo sociale (ad esempio reddito familiare medio, reddito struttura e disuguaglianza), emerge dalle decisioni individuali che integrano le caratteristiche della famiglia implicitamente
- **adattamento**: gli agenti si adattano alle condizioni socio-ecologiche scegliendo la migliore alternativa in termini di utilità, con questo termine si intende anche che le famiglie possono cambiare la loro strategia comportamentale imitando la strategia dei gruppi familiari più simili ad esse
- **orientamento all'obiettivo**: ricerca degli obiettivi esplicitamente modellati, le famiglie sono chiamate a calcolare le utilità delle decisioni prese e delle alternative, il rischio però è che alcuni agenti facciano una scelta che potrebbe non essere la migliore alternativa per motivi culturali, economici, sociali, ecc. ma la possibilità di scegliere l'alternativa migliore è comunque alta
- **interazioni indirette e dirette**: le interazioni indirette implicano il fatto che i cambiamenti possono portare modifiche anche nello spazio decisionale di altri agenti nella fase successiva, le interazioni dirette invece si verificano quando due o più famiglie trovano la loro migliore alternativa nella stessa posizione di altri, in modo casuale quindi uno di loro dovrà lasciare quella posizione e cercare un altro posto (se si tratta del primo conflitto)
- **sensing**: conoscenza delle caratteristiche del paesaggio all'interno dello spazio che gli agenti usano per le loro valutazioni.

Ultima questione da considerare riguarda la coordinazione tra gli agenti, che può essere di quattro tipologie, alcune più adatte all'applicazione ABM, altre meno: negoziazione *peer to peer*, per cui gli agenti raggiungono un accordo che porta benefici ad entrambi; coordinazione a struttura organizzata, implica l'esistenza di una struttura gerarchica; *contracting*, per cui il problema da risolvere viene suddiviso in più componenti, ciascuno assegnato ad

un agente; pianificazione multi-agente, nel caso in cui il sistema preveda un agente-arbitro che valuta le motivazioni degli agenti (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

3.4.5 Definizione degli scenari

Definito l'obiettivo, specificati gli agenti e le caratteristiche attribuite, determinato l'ambiente di interazione, si procede con la definizione e la successiva valutazione degli scenari. Nella ricerca è importante definire degli scenari, a partire da quello a cui si fa riferimento, lo *status quo*, utilizzando un modello calibrato. Gli scenari sono caratterizzati da dati che si riferiscono a situazioni ed ambiti diversi cosicchè, insieme alle mappe dei criteri, essi sono utili a fornire l'andamento dello sviluppo per almeno 20 anni nel caso di intervento sul lungo periodo. Gli scenari prendono in considerazione vari piani e politiche per il futuro, comportano dei cambiamenti nei regolamenti più o meno radicali e osservano le reazioni degli agenti interessati. Le mappe dei criteri vengono costruite caso per caso, in base ai criteri chiavi scelti dal ricercatore, e mostrano come, cambiando un singolo valore, si potrebbero modificare le regole del gioco, potrebbero variare i costi e talvolta rendono necessaria la creazione di nuovi parametri di sviluppo.

La definizione degli scenari può seguire strade diverse: la loro progettazione può riguardare dei cambiamenti dello stato normativo dell'area di studio (es. incentivi), la variazione di valori economici propri (es. valore del terreno, valore di mercato degli edifici), ma anche aspetti sociali e ambientali. Talvolta i risultati dello scenario possono subire sviluppi indesiderati, lo scenario viene così definito "*punitivo*" e deve essere presto sostituito con uno scenario di "*riconfigurazione*" (Hosseinali, Alesheikha, Nourian, 2013). A causa della stocasticità del modello, in alcuni casi è necessario eseguire molte volte il modello per ogni scenario. A partire dallo scenario 1, che rappresenta la continuazione dei modelli attuali di sviluppo senza cambiamento, è indispensabile rendere chiare ed evidenti le differenze con gli altri scenari, sia rispetto ai parametri inseriti che ai risultati ottenuti, così da valutare i successi e optare per la scelta migliore sotto tutti i punti di vista. Gli scenari in conclusione vengono usati per capire meglio e stimare i cambiamenti rispetto alle esternalità.

3.4.6 Metodologia

La modellizzazione vera e propria inizia con l'impostazione di parametri e punteggi, fondamentali per poter procedere alla fase di valutazione degli scenari e di osservazione degli output. Per impostare i valori dei parametri, possono essere utilizzati tre approcci: utilizzare conoscenze di esperti e risultati di ricerche; utilizzare i dati esistenti, ricavabili ad esempio dal *database* GIS; testare varie configurazioni del modello, ovvero predisporre un numero di simulazione tale per cui ci si avvicina ai parametri reali. Agli esperti è chiesto di determinare i pesi dati alle celle del quartiere e i punteggi di proprietà degli agenti. Per fare ciò, gli esperti devono tenere in considera-

zione le condizioni di concorrenza tra i vari tipi di agenti. Successivamente, devono essere determinati i valori di W_{tipo} e $W_{frustrazione}$ (Hosseinali, Alesheikha, Nourian, 2013). Innanzitutto, vengono attribuite le proprietà per ciascun tipo di agente, siano esse proprietà culturali o economiche, in base alla struttura del modello da eseguire. Devono quindi essere definite le risorse di ognuno di essi, per valutare se l'agente è in grado di sviluppare l'obiettivo in base a un minimo di risorse necessarie prese come parametro. L'impostazione dei parametri è fondamentale per calibrare il modello, questi infatti vengono inseriti anno per anno così da confrontare i risultati della simulazione condotta rispetto ai dati dell'anno successivo. Per "anno successivo" non si intende l'anno effettivamente successivo, ma il totale di anni preso come riferimento (Hosseinali, Alesheikha, Nourian, 2013). La validità dei risultati rispetto ai dati della realtà può essere verificata calcolando un valore k, compreso tra 0 e 1, più il valore è alto, migliore è l'accordo tra i risultati.

Nel modello gli agenti possono rappresentare entità fisse, ma più spesso sono entità fisiche e umane interessate alla trasformazione del quartiere o della città, che si spostano nell'ambiente alla ricerca di celle appropriate cioè pacchi di territorio, edifici, da loro considerati validi e utili per concretizzare la trasformazione. Lo sviluppo è diviso in fasi separate, in cui ogni fase corrisponde ad un determinato anno. In ogni anno, gli agenti cercano nel paesaggio e registrano lo stato delle celle che hanno visitato: questa è la fase di ricerca (Hosseinali, Alesheikha, Nourian, 2013).

Nella fase successiva decidono di sviluppare quelle celle da loro ritenute più appropriate tra quelle visitate. Nella fase di sviluppo, alcune celle possono essere scelte contemporaneamente da più di un agente. In tali casi, gli agenti competono e il vincitore della competizione sviluppa quella particolare cella. Ogni cella nello stato di fatto può essere sviluppata o sottosviluppata; quindi sta in ogni agente valutare il sottosviluppo delle aree e decidere dove concentrarsi. All'inizializzazione del modello, le mappe vengono caricate, i parametri impostati e gli agenti creati. Prima di tutto quindi, gli agenti iniziano la loro ricerca scegliendo una cella in base alle loro possibilità di selezione, alle caratteristiche e ai loro desideri. La selezione di una cella inizialmente è eseguita a caso, riferendosi alla distribuzione di probabilità scelta P_{ki} per ogni agente, dove k è il tipo di agente e i è il distretto (Hosseinali, Alesheikha, Nourian, 2013).

Una volta che gli agenti trovano le loro posizioni nell'ambiente, ognuno di essi inizia a muoversi e, dopo un numero limitato di movimenti, può cambiare la sua posizione ad un'altra nello stesso distretto di celle. Ovunque l'agente inizi, valuta lo stato della corrente cella e quello delle sue otto celle adiacenti. L'agente quindi si sposta nella cella più vicina, o se c'è più di una cella vicina con lo stesso punteggio, l'agente ne sceglie uno a caso. L'agente registra le posizioni e gli stati di tutte le celle che attraversa, così come quelle dei vicini non sviluppati, e queste

vengono chiamate "celle visitate". Nel momento in cui ciascun agente termina la ricerca nell'ambiente, ha un elenco di stati e posizioni delle celle che ha visitato: questo elenco può essere considerato l'elenco degli investimenti dell'agente. Terminata la ricerca, l'agente ordina la sua lista di investimenti in ordine decrescente, con la cella più adatta in cima alla lista, seleziona quindi la cella con il punteggio più alto dall'investimento ordinato elencato e sviluppa, se non ci sono concorrenti (Hosseinali, Alesheikha, Nourian, 2013). È altamente probabile che una cella sia selezionata da più di una agente per lo sviluppo. In tali condizioni, il conflitto è risolto da una competizione per identificare l'agente dominante, il vincitore della competizione è determinato dai "punteggi" degli agenti concorrenti. Il punteggio di un agente dipende dal tipo di agente e dal numero di volte che l'agente ha perso le celle nelle precedenti competizioni.

Al termine della simulazione, per verificare la validità dei risultati ottenuti è necessario confrontare questi con i dati reali, valutando quindi se l'esito è positivo.

3.4.7 ABM in architettura e urbanistica

Una delle applicazioni più ricorrenti in architettura e urbanistica riguarda lo studio dell'uso del suolo urbano, la cui modellazione, essendo fenomeni piuttosto problematici, è di notevole interesse per urbanisti e amministratori di città. Diversi metodi sono stati sviluppati per simulare le dinamiche dei cambiamenti, tuttavia, la complessità di alcuni fattori relativi al tema è considerato un elemento che impedisce o comunque limita l'utilità di tali metodi di simulazione. Tra i metodi disponibili, in alcuni casi il più adatto è il modello ABM, caratterizzato da un approccio dinamico dal basso verso l'alto e dotato di metodi per modellare i movimenti degli agenti e la competizione tra essi. Per testare i possibili sviluppi della città interessata, devono essere definiti degli scenari, ognuno dei quali riflette un modello di sviluppo e delle politiche diverse. Un'altra applicazione interessante riguarda lo studio del cambiamento demografico. La simulazione del cambiamento e dello sviluppo urbano è di vitale importanza per i comuni responsabili della pianificazione per il futuro, fornisce agli utenti un feedback pratico e concreto durante la pianificazione di sistemi e tecnologie che consentono le trasformazioni. Questo permette ai pianificatori di determinare anche l'idoneità e l'efficienza di un piano prima che il piano venga implementato. Una simulazione è qui definita come un processo di cambiamento di una o più variabili in un modello per osservare lo sviluppo risultante e studiare un problema a diversi livelli di astrazione.

Avvicinandosi a un sistema con un livello più alto di astrazione, i pianificatori sono meglio equipaggiati per capire i comportamenti e le interazioni, i componenti all'interno del sistema e sono quindi pronti a contrastare la complessità del sistema generale. La simulazione dello sviluppo dell'uso del territorio può potenzialmente rappresentare le conseguenze delle attuali politiche di pianificazione. Senza

usare modelli che abbracciano la complessità del sistema urbano, sarebbe difficile da simulare e prevedere il futuro della crescita urbana o di qualunque altro fenomeno che la interessa. I cambiamenti che si verificano nell'uso del suolo a causa dell'urbanizzazione promuovono un complesso processo causato dall'interazione tra sistema naturale e sistema antropico, interazione che coinvolge diverse scale spaziali. Tradizionalmente, sono stati proposti due approcci per caratterizzare e capire questi cambiamenti della città:

- un approccio *bottom-up*, antropologico, orientato al processo basato su indagini sugli agenti
- un approccio *top-down*, di valutazione del territorio, basato su dati di telerilevamento e censimento.

Diverse caratteristiche definiscono gli agenti in questi modelli: sono autonomi, condividono un ambiente attraverso la comunicazione e l'interazione, e prendono decisioni che legano il loro comportamento all'ambiente. Gli agenti però possono rappresentare anche un'ampia varietà di entità, inclusi automobili, edifici e intere organizzazioni, ognuno dei quali fa scelte induttive ed evolutive che li spingono verso il raggiungimento dei propri obiettivi.

Le simulazioni dello sviluppo dell'uso del suolo sono state condotte utilizzando una varietà di modelli, come gli automi cellulari (CA) e le regressioni. In questo tipo di studi è importante comunque calibrare il modello con dati esistenti, per poi eseguire la simulazione ogni tot anni, coprendo un periodo di almeno vent'anni, così da ottenere risultati significativi.

Gli obiettivi di questo modello sono di prevedere lo sviluppo futuro dell'uso del suolo sotto politiche spaziali esistenti per produrre piani e politiche alternative e confrontarle con le precedenti. La modellazione viene applicata a molte aree, in cui i sistemi sociali, fisici e biologici umani spesso si intrecciano. Tutte le pubblicazioni di seguito citate fanno comprendere come questo approccio di modellizzazione sia stato preferito rispetto ad altre tecniche per il particolare dominio applicativo e il problema affrontato. In breve, sostengono che il modello basato sugli agenti è usato perché può incorporare esplicitamente la complessità derivante dai comportamenti e dalle interazioni individuali che esistono nel mondo reale. Ad esempio, Griffin e Stanish (2007) hanno sviluppato un modello basato su agenti, utilizzando il *toolkit* di modellazione di Repast, per il bacino del Lago Titicaca del Perù e della Bolivia con l'obiettivo di studiare ipotesi per le variabili causali che influenzano schemi di insediamento preistorici e consolidamenti politici. La struttura geospaziale del loro modello consiste in una griglia di 50.000 km^2 composta da celle quadrate di 1,5 km^2 (Crooks, 2006).

Ogni cella è modellata secondo la sua geografia, l'idrologia e il potenziale agricolo, gli agenti sono costituiti da insediamenti, popoli, entità politiche e leader che interagiscono tra loro e con l'ambiente, il loro comportamento è descritto da un in-

sieme di regole basate su fattori che influenzano la produzione agricola, la migrazione, la concorrenza e il commercio. Gli autori riportano che attraverso una serie di esecuzioni di simulazioni, il modello ha prodotto una serie di politiche alternative e l'emergere di modelli a macro-livello che corrispondevano effettivamente a situazioni osservate nella documentazione archeologica. Charania (2006) utilizza invece la simulazione basata su agenti per modellare possibili futuri per un mercato nel turismo sub-orbitale. Ogni agente rappresenta un'entità all'interno dell'industria spaziale, come consumatori, produttori, governo, ecc. che fornisce o richiede prodotti e servizi diversi. Le società turistiche cercano di massimizzare i profitti mentre competono con altre società per le vendite, le singole compagnie quindi decidono il prezzo che addebiteranno per un volo a bordo del loro veicolo e i clienti valutano i prodotti offerti dalle aziende in base ai loro gusti e preferenze. Mock e Testa (2007) infine sviluppano un modello basato su relazioni predatore-preda tra orche e leoni marini e lontre in Alaska. Gli autori affermano che prima di loro solo modelli semplicistici e statici erano stati costruiti a causa del fatto che questo tipo di interazioni erano scarsamente adatte ai classici approcci. Il loro modello include sia gruppi di caccia che prede, in cui gli agenti mangiano, crescono, si riproducono e muoiono, cambiano di dimensione e composizione mentre incontrano altri agenti.

Tipicamente, in qualsiasi campionamento di modelli basati su agenti, le applicazioni spaziano in un *continuum*, da modelli piccoli, eleganti e minimalisti a sistemi di supporto decisionale su larga scala. I modelli minimalisti sono basati su una serie di ipotesi idealizzate e sono progettati per catturare solo le caratteristiche più salienti di un sistema. Questi modelli sono laboratori esplorativi in cui le ipotesi alternative possono essere variate su molte simulazioni. Le applicazioni su larga scala invece sono progettate per rispondere a una vasta gamma di domande politiche reali, includendo dati reali e dati ipotizzati. Esistono molte altre pubblicazioni di modellazione basate sugli agenti in ciascuna delle aree delle applicazioni sopra citate, ci sono molte più aree di applicazione e la letteratura ne è ricca.

Due esempi in campo architettonico presentati come "prove di concetto" sono state formulate da vari autori: un modello di segregazione tradizionale e un modello di affitto (Crooks, 2006). Entrambi sono composti da oggetti fissi e mobili ed evidenziano come questo approccio possa essere applicato a diversi stili di modelli urbani con la stessa efficacia e validità.

Modello di segregazione

Il primo modello riguarda la segregazione. Esistono diversi tipi di segregazione: sesso, età, reddito, lingua, colore, gusti, ecc. Nel modello non è necessario specificare il tipo di segregazione, una volta modellato e rese evidenti le differenze tra agenti, il modello può portare a risultati sorprendenti e inaspettati.

Alcune segregazioni sono organizzate, alcu-

ne sono determinate economicamente o derivano da sistemi di comunicazione specializzati o dall'interazione di scelte individuali che discriminano. Schelling (1969) ha presentato un modello sull'emergenza della segregazione in cui ha dimostrato che, con lievi preferenze di localizzazione tra gruppi demografici o di attività economica, una segregazione rigorosa emergerebbe inconsapevolmente. Batty e altri autori (2004) scrivono che è difficile trovare chiari esempi di processi di segregazione in atto, perché diventano evidenti solo quando è chiaramente in corso e quindi una cronologia dettagliata diventa impossibile da ricostruire. Pertanto, la segregazione è una questione importante, soprattutto se correlata alla crescita urbana che può essere studiata attraverso la simulazione. Per evidenziare questa idea di segregazione basata su gusti e preferenze semplici, può essere creato un semplice modello di segregazione (Crooks, 2006). Gli individui hanno le stesse condizioni iniziali di partenza, ma diverse preferenze, da cui modelli diversi emergeranno all'interno del modello. Tuttavia, questi modelli cambiano con il passare del tempo, mentre gli agenti si spostano per trovare aree in cui le loro preferenze sono soddisfatte, cambiando così la composizione del vicinato e l'aspetto generale del sistema. Lo spazio non è limitato alle celle omogenee, è consentito più di un agente per area e sono inclusi meccanismi di movimento e ricerca. L'incorporazione di caratteristiche geografiche (come i fiumi) all'interno del modello influenza il modello di segregazione che emerge. Modificando le preferenze all'interno del modello, è possibile impedire agli agenti di raggrupparsi tutti in un'area. Il modello di segregazione rappresenta un buon esempio di ricerca locale basata su quartieri di piccole dimensioni.

Modello di affitto

Lo scopo di questa applicazione è studiare il comportamento umano a livello micro in un contesto spaziale e dinamico. Le micro e macrointerazioni sono collegate tra loro in questo caso, poiché si sostiene che le risposte alla politica macro dovrebbero essere basate sull'individuo. Il modello si basa sull'idea della teoria del mercato dei terreni urbani di Alonso (1964), che mirava a descrivere il modello di ubicazione residenziale ottimale in cui l'organizzazione dell'uso del suolo all'interno di una città si basa sul compromesso tra molti fattori (es. costo del viaggio, affitto e spazio necessario). Il modello presentato estende il modello tradizionale per incorporare questioni come il tempo, consentendo quindi al sistema di adattarsi ed evolversi ai cambiamenti nell'ambiente, ad esempio investimenti infrastrutturali o crescita della popolazione. All'interno del modello ci sono due gruppi principali di agenti, i residenti e le imprese. Questi sono ulteriormente suddivisi in sottogruppi con entrate e preferenze diverse per località e spazio. Entrambi questi gruppi di agenti occupano uno spazio e hanno capacità di ricerca globale. Questo spazio contiene informazioni sull'ambiente urbano come l'accessibilità, le caratteristiche sociali della terra e l'uso del suolo. Ogni agente ha anche una posizione in una cella di paesaggio, movimento limitato, un minimo di "salti" da fare e un certo numero di distretti da cercare.

3.4.8 Vantaggi e limitazioni

Il modo in cui si concettualizzano e si modellano i sistemi spaziali, in particolare l'evoluzione delle città, è cambiato nel tempo: si è passati da un modello statico ad uno dinamico. L'ABM provvede ad esplorare e a rispondere a questi cambiamenti. Tre sono i vantaggi principali di questo approccio rispetto alle tecniche tradizionali di modellizzazione, grazie al fatto che si tratta di una tecnica *top-down*, di un sistema dinamico non lineare nel quale le relative variabili di stato sono però aggregate:

- cattura i fenomeni emergenti
- fornisce un ambiente naturale per lo studio di certi sistemi
- è flessibile, caratteristica importante per assecondare gli sviluppi e i cambiamenti geospaziali.

I modelli urbani tradizionali si concentrano sulla modellazione di sistemi *top-down* in contrasto con i modelli che prevedono la divisione della città in unità.

ABM fornisce un approccio alternativo, è utile per catturare comportamenti emergenti (Bonabeau, 2002) in cui:

- l'interazione tra agenti è complicata, non lineare, discontinua o discreta (ad esempio il comportamento di un agente può alterarsi drammaticamente per interazione con un altro agente), questo può essere utile per descrivere il comportamento individuale
- l'abilità di disegnare un gruppo di agenti eterogenei è molto importante, gli agenti rappresentano le unità del modello
- la topologia delle interazioni tra agenti è eterogenea e complessa
- gli agenti esibiscono comportamenti complessi, includendo insegnamenti.

Inoltre, l'abilità di un Agent-Based Model di descrivere il comportamento e le interazioni di un sistema permette alle dinamiche del sistema di essere direttamente incorporate nel modello. Questo rappresenta un sistema lontano dalla natura statica dei precedenti stili di modellizzazione urbana e regionale. Tuttavia, mentre il tempo negli ABM è ancora discreto, si muove per "istantanee", i passaggi potrebbero essere abbastanza piccoli da approssimare le dinamiche in tempo reale (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Inoltre, processi diversi avvengono su periodi temporali diversi, come ad esempio cicli economici a lungo termine, spostamenti giornalieri e interazioni sociali ora per ora. Gli ABM possono incorporare nei processi differenti scale di tempo in una singola simulazione utilizzando una varietà di "orologi" automatici progettati per imitare gli attributi temporali dello specifico processo urbano in studio, consentendo così al modellatore di simulare realisticamente lo sviluppo urbano o un particolare fenomeno geografico (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). In molti casi, ABM è un metodo naturale per descrivere e simulare un sistema composto da entità del mondo reale, specialmente quando si usano principi orientati agli oggetti. L'approccio è più simile alla realtà rispetto agli altri approcci di modellizzazione. Le simulazioni offrono un'opportunità per studiare e testare le teorie sociali che non

possono essere facilmente descritte usando formule matematiche. In particolare, l'ABM può essere utile quando è necessario descrivere le unità costituenti di un sistema sotto alcune delle seguenti condizioni:

- il comportamento degli individui non può essere chiaramente definito
- il comportamento individuale è complesso: sebbene ipoteticamente qualsiasi processo possa essere spiegato da un'equazione, la complessità delle equazioni differenziali aumenta esponenzialmente con l'aumentare della complessità del comportamento, descrivere il comportamento individuale con equazioni può quindi diventare intrattabile
- le attività sono probabilmente il modo più naturale di descrivere un sistema rispetto ai processi
- il comportamento dell'agente è stocastico: i punti di casualità possono essere applicati strategicamente, piuttosto che arbitrariamente all'interno di equazioni aggregate (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012).

Infine, l'approccio alla modellizzazione basata sugli agenti è flessibile, soprattutto in relazione alla modellizzazione geospaziale: un modello basato su agente può essere definito all'interno di ogni dato ambiente di sistema (ad esempio un edificio, una città, una rete stradale, una rete di computer). Pertanto, i modelli sono essenzialmente privi di scala: è il fenomeno di interesse che guida la scala da utilizzare, dal micromovimento di pedoni all'interno di un edificio durante l'evacuazione, al movimento di auto su una rete stradale, allo studio della crescita urbana (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Inoltre, ABM consente la rappresentazione di singoli oggetti, con i quali è possibile creare combinazioni per rappresentare fenomeni a scale diverse all'interno dello stesso modello e gli agenti hanno la capacità di muoversi fisicamente all'interno del loro ambiente, in diverse direzioni e a diverse velocità (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). La mobilità degli agenti rende molto flessibile il modello anche in termini di variabili e parametri. I quartieri possono essere specificati usando una varietà di meccanismi: attraverso relazioni geografiche, pedoni, ecc.. Un'altra dimensione della flessibilità è la loro capacità di regolare i livelli di descrizione e aggregazione, sperimentando con agenti aggregati, sottogruppi di agenti e singoli agenti, con diversi livelli di descrizione che coesistono all'interno di un modello. Quindi, l'approccio basato su agente può essere usato quando il livello appropriato di descrizione o complessità è sconosciuto e trovare un livello adatto richiede l'esplorazione.

L'entusiasmo di adottare un approccio ABM per modellare sistemi spaziali è caratterizzato però anche da alcuni limiti. Sebbene comune a tutte le tecniche di modellizzazione, un problema riguarda lo scopo del modello: un modello è utile solo per lo scopo per cui è stato costruito. Un modello deve essere costruito al giusto livello di astrazione per ogni fenomeno, usando giudiziosamente la giusta quantità di dettagli affinché possa raggiungere il suo scopo. Se il livello di astrazione è troppo semplice, si potrebbero perdere le variabili chiave. Troppi dettagli, al contrario, rendono il modello troppo co-

stretto e complicato. La progettazione e la costruzione di un Agent-Based Model rimangono un'arte più che una scienza (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Nonostante le molte linee guida fornite da vari esperti, la performance e la buona riuscita del modello dipendono dall'astrazione di questo. Altra considerazione riguarda la natura del sistema di modellazione: ad esempio, un sistema basato sugli esseri umani, coinvolge agenti con un comportamento potenzialmente irrazionale, scelte soggettive e aspetti psicologici complessi. Questi fattori sono difficili da quantificare, calibrare e talvolta giustificare e questo a sua volta complica l'implementazione e lo sviluppo di un modello e, di conseguenza, l'interpretazione degli output. Comunque, la motivazione fondamentale per questi sistemi sorge da una mancanza di dati relativi ai fenomeni di interesse. Spesso, l'obiettivo stesso non è né ben compreso né accessibile. Le comunicazioni visive fornite dai modelli spaziali, in particolare il GIS, possono essere efficaci nel rappresentare i risultati del modello formale per una vasta gamma di utenti. Alla fine, l'output del modello deve essere interpretato in modo appropriato. Il grado di accuratezza e completezza degli input determinano se l'output possa essere utilizzato esclusivamente per analisi qualitative o per precise previsioni quantitative. I modelli Agent-Based considerano generalmente i sistemi a livelli disaggregati, in quanto un livello di dettaglio elevato comporta la descrizione di molti attributi e comportamenti degli agenti. L'unico modo per trattare questo tipo di problema è attraverso più esecuzioni, variando sistematicamente condizioni iniziali o parametri al fine di valutare la robustezza dei risultati, si tratta comunque di un processo molto intenso dal punto di vista computazionale che richiede molto tempo. Anche se la potenza di calcolo sta aumentando rapidamente, l'elevato requisito computazione di ABM rimane un limite nella modellizzazione di sistemi di grandi dimensioni. Questi problemi possono essere parzialmente risolti o comunque attenuati creando modelli più piccoli che esaminano aspetti specifici del sistema. Nonostante la varietà di comportamenti studiati medianti modelli matematici, computazionali e soggettivi rispecchino il mondo reale, non è possibile fare delle predizioni certe perché ogni parametro è soggetto a cambiamenti, rimane comunque interessante esplorare questioni incerte.

Le limitazioni sono dovute anche a determinati software, alcuni dei quali non rappresentano esplicitamente le interazioni sostanziali che riguardano l'umano e i sistemi biofisici. Gli agenti domestici spesso affrontano il bisogno di raggiungere un accordo su una varietà di problemi e per lo scambio di particolari contratti, beni e servizi (ad esempio lo scambio di lavoro nella produzione agricola, il trasferimento dei diritti sulla terra e la condivisione delle risorse agricole) e questo non è sempre permesso dai programmi. Tali negoziazioni tra gli agenti sono indispensabili per il loro processo decisionale, la formulazione dei negoziati, pertanto, ha ricevuto una grande attenzione. Anche il metodo proposto per la classificazione dei gruppi tipologici di famiglia e la stima dei parametri di scelta richiedono molto tempo, soprattutto quando l'area di studio è grande e molto spesso tale classificazione viene semplificata

per via di tempi a disposizioni ridotti, portando a risultati poco realistici. Se da una parte certamente la natura complessa del sistema di studi richiede un modello di simulazione sofisticato e ad alte prestazioni che possa servire come banco di prova o laboratorio virtuale, d'altra parte, c'è la preferenza generale dei politici di optare per semplici spiegazioni che possano giustificare le decisioni senza perdersi nella complessità di un sistema altamente contorto (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Le versioni semplificate di questi modelli rappresentano ancora le risorse chiave, in quanto la loro facile lettura avvicina gli agenti alla simulazione, consentendo agli stakeholders di partecipare nella valutazione della rilevanza della struttura modellata e dei processi (Heppenstall, Crooks, See, Batty, 2012). Le cause della complessità di questi paradigmi sono da individuare nella complessa interazione tra le tre differenti aree coinvolte nello studio di questo tipo di fenomeni: socialità, economia e ambiente. Per ottenere una simulazione il più possibile vicina alla realtà, è necessario ipotizzare l'interazione tra svariati agenti che hanno l'obiettivo di massimizzare il proprio benessere dato un numero fisso di risorse. Indagare e comprendere le interazioni tra la componente ambientale, sociale ed economica e gestire l'eterogeneità che caratterizza l'interazione tra queste componenti è l'obiettivo della tesi. Gli studi afferenti alle dinamiche dei socio-ecosistemi hanno quindi spostato la propria attenzione focalizzandola sulla connettività tra gli elementi del sistema, sull'interazione tra gli agenti e sull'organizzazione del sistema attraverso tutti i livelli, dal micro al macro e viceversa.

3.4.9 Software e kit di strumenti

La strutturazione di un modello ABM viene eseguita utilizzando software con linguaggi di programmazione messi a punto dal ricercatore o kit di strumenti progettati di *default* che soddisfano requisiti specifici degli agenti e che possono subire modifiche, ma non essere stravolti, quindi devono essere utilizzati per casi simili a quelli contenuti. Il professionista sviluppa il prototipo iniziale per gradi utilizzando un approccio semplice da imparare, considerando il proprio *background* e la propria esperienza.

È possibile distinguere diversi approcci alla costruzione di applicazioni ABM:

- fogli di calcolo Excel, utilizzando il linguaggio di programmazione macro VBA
- ambienti di prototipazione, come Repast Simphony, NetLogo e StarLogo
- sistemi matematici computazionali generali, come MATLAB e Mathematica
- ambienti di sviluppo di agenti su larga scala, come Sciame, MASON e AnyLogic
- linguaggi di programmazione generale, come Java e C++ (Crooks, 2006).

I modelli basati su ambienti di prototipazione possono essere semplici, progettati e sviluppati in un periodo relativamente breve da un singolo modellatore computerizzato utilizzando strumenti appresi in un periodo però non così ridotto. I fogli di calcolo, come Microsoft Excel, sono per molti aspetti l'approccio più semplice alla modellizzazione, è più

facile sviluppare modelli con fogli di calcolo che con molti altri strumenti, ma i modelli risultanti in genere consentono una limitata diversità di agenti, riducono i comportamenti al minimo e hanno scarse scalabilità rispetto agli altri approcci progettati specificamente per la modellazione degli agenti. Gli strumenti come NetLogo e StarLogo invece forniscono servizi speciali incentrati e specifici per questa modellazione. Il linguaggio NetLogo utilizza una versione modificata del linguaggio di programmazione Logo (Harvey, 1997), è progettato per fornire un laboratorio computazionale di base per l'insegnamento di concetti complessi di sistemi adattivi. NetLogo è stato originariamente sviluppato per supportare l'insegnamento, ma può essere utilizzato per sviluppare una vasta gamma di applicazioni, fornisce un ambiente grafico interessante e include un innovativo ABM partecipativo chiamato HubNet, che consente a gruppi di persone di interagire in modo interattivo in simulazioni con agenti computazionali. Il Sistema Matematico di Calcolo Computazionale (CMS) per uso generale con ambienti di sviluppo integrati, come MATLAB e Mathematica, può essere utilizzato per sviluppare questi modelli, sebbene la funzionalità specifica dell'agente debba essere scritta dallo sviluppatore da zero, non ci sono librerie o moduli dedicati.

Questi sistemi sono strutturati in due parti principali: l'interfaccia utente, che consente l'interazione dinamica, e il motore computazionale sottostante, che esegue i calcoli in base alle istruzioni dell'utente. Il motore computazionale sotteso è generalmente scritto nel linguaggio di programmazione C per questi sistemi. La natura di questi sistemi evita le fasi di compilazione e collegamento richieste nei linguaggi di programmazione tradizionali. I sistemi matematici computazionali hanno vantaggi derivati dagli orientamenti matematici e interattivi di questi strumenti, dispongono di ricche funzioni matematiche e quasi tutte le relazioni o funzioni che possono essere calcolate numericamente sono disponibili all'interno di questi strumenti o nelle loro librerie aggiuntive (Crooks, 2006).

Molti ambienti software ABM su larga scala sono ora disponibili gratuitamente: tra i tanti ci sono anche Repast, Swarm, NetLogo e MASON. Swarm è stato il primo software di sviluppo ABM, lanciato nel 1994. Originariamente è stato scritto in Objective C e in seguito è stato dotato di un'interfaccia Java. Poiché le capacità computazionali continuano a progredire sia nell'hardware sia nel software, nuove funzionalità vengono continuamente incorporate nelle ultime versioni dei kit di strumenti ABM. Il campo sta avanzando rapidamente verso ambienti di sviluppo di agenti altamente scalabili e ad alta produttività.

PARTE 4

APPLICAZIONE TEORICA DEL MODELLO ABM

4.1 ABM APPLICATO A SAN SALVARIO

Nella tesi si è optato per un modello Agent-Based perché consente di studiare le dinamiche della rigenerazione energetica e architettonica del quartiere torinese tenendo in considerazione esternalità positive rispetto alla performance di più tecnologie e interventi e le questioni più sociali e culturali. Il modello considera un numero di agenti, che interagiscono prima in un ambiente virtuale, ma con caratteristiche reali, e poi in un ambiente reale, tramite integrazione con GIS. Il modello viene descritto separando i suoi elementi costituenti in tre categorie distinte: parametri del modello globale, attributi degli agenti e criteri utilizzati dagli agenti per valutare le tecnologie e gli interventi. Entrambi le versioni del quartiere formulate tengono conto di tre parametri: la dimensione della piattaforma (l'ambiente), la densità degli agenti, requisiti e criteri di scelta. Ne consegue un grandissimo numero di simulazioni possibili rispetto ai parametri iniziali. La simulazione si basa sullo studio di fenomeni emergenti nel macrolivello influenzati dall'interazione e dalle scelte degli agenti al livello micro. Le proposizioni sul comportamento del sistema sono estrapolazioni in cui la componente soggettiva è inevitabile e alcuni dei dati utilizzati sono frutto di ipotesi. Il modello offre una valutazione delle future conseguenze socio-ecologiche-economiche delle politiche di utilizzo di tecnologie, utile per supportare le decisioni in merito a cosa e dove investire per i migliori risultati ambientali e di sviluppo generali, è utilizzato per esprimere le co-evoluzioni dei sistemi umani e del paesaggio in risposta a interventi politici.

Il progetto di tesi applica il metodo al caso di San Salvario per sostenere la progettazione di politiche che migliorano i benefici ambientali e socio-economici a lungo termine e trasformino il quartiere in un ecodistretto. Lo scopo è quello di valutare gli impatti relativi degli interventi misurando le divergenze a lungo termine tra paesaggio e comunità, determinate dalla più ampia e plausibile gamma di opzioni per una determinata politica.

I test del modello, una volta ottenuti tutti i dati, dovrebbero comprendere la verifica empirica e la convalida dei sottomodelli, la valutazione della struttura, analisi di sensibilità/incertezza, esperimenti, simulazioni replicate. La valutazione degli impatti delle politiche deve essere considerata su più decenni per garantire credibilità. Il modello nel caso appli-

cato si è rivelato utile per:

- rappresentare artificialmente e geograficamente l'ambiente di interazione
- definire decisioni e comportamenti
- attribuire agli agenti i comportamenti effettivi degli individui reali
- adattare gli agenti e cambiare i loro comportamenti, di adattamento e non
- creare una relazione dinamica tra agenti e relazioni che cambiano e decadono
- formare organizzazioni e apprendimento
- assegnare una componente spaziale agli agenti
- osservare i cambiamenti, assodato che il passato non è predittivo del futuro
- osservare il processo di cambiamento, come risultato endogeno del modello, piuttosto che come input per il modello.

Le formulazioni fatte nelle simulazioni che seguiranno rispetto ai diversi scenari sono solo teoriche, non sono state applicate al modello. Tuttavia queste sono utili a comprendere la vastità di esecuzioni e di argomenti che è possibile simulare con i modelli Agent-Based. Nella parte successiva verranno presentati i casi effettivamente applicati che, seppure di origine energetica e architettonica, includono inevitabilmente aspetti sociali ed economici che influenzano gli agenti.

4.2 OBIETTIVO

Come già specificato, la definizione dell'obiettivo è fondamentale per stabilire le variabili significative, gli attori coinvolti e capire quali opzioni intraprendere qualora si verificassero problematiche e conflitti tecnici e concettuali. Il modello sviluppato indaga le scelte compiute dai singoli agenti in merito alla rigenerazione energetica ed architettonica che interessa il quartiere di San Salvario a Torino, includendo aspetti sociali ed economici. Ciascun agente è dotato di risorse e mezzi sulla base del potere e quindi della capacità decisionale e dell'influenza in grado di esercitare. Le scelte intraprese da ciascun agente riflettono regole e opinioni variabili nel tempo: le persone, come mostrano alcuni studi, tendono a cambiare opinione se confrontati con argomentazioni persuasive e influenzati da altri agenti. Su questo si basa tutta la fase di negoziazione e contrattazione tra i soggetti interessati. Se ne deduce che se il processo durasse abbastanza a lungo, si dovrebbe osservare l'emergere di un consenso generalizzato, dove tutti convergono sul punto di vista maggioritario, ma ciò non accade per ragioni soprattutto economiche. La complessità e l'ampiezza del tema trattato, richiede un modello che si interfaccia con un alto numero di *decision makers* e scenari possibili con l'obiettivo di individuare la strada più giusta verso la trasformazione. Il modello evidenzia una serie di possibili fenomeni emergenti, per i quali vengono studiati gli impatti di specifiche esternalità.

Sono state individuate tre differenti aree coinvolte nello studio dei fenomeni inerenti un eco-distretto: un punto di vista basato sul sistema sociale, il sistema economico e quello ambientale, ognuno vincolato dalle risorse imposte dagli altri sistemi. Per ognuno di questi viene effettuata una breve descrizione quantitativa e qualitativa delle risorse e delle alternative disponibili, utili per valutare, in base all'utilizzo e alla gestione del soggetto, l'eventuale esaurimento e la possibilità di concludere l'intervento. Si ipotizza l'interazione tra svariati agenti, appartenenti alla stessa famiglia, tutti con l'obiettivo di massimizzare il proprio benessere con un numero limitato di risorse e tenendo in considerazione la competitività degli agenti tutti proiettati verso i propri benefici.

Definiti gli stakeholders, questi vengono aggregati in famiglie di agenti, prevalentemente sulla base degli obiettivi e delle risorse. L'organizzazione del sistema attraversa tutti i livelli, dal micro al macro per poi tornare nuovamente al micro e osservare le dinamiche e il trend rispetto alla variazione di attributi degli agenti e di fattori esterni, come gli incentivi. Per ogni simulazione effettuata, viene considerata una sola famiglia di agenti, sebbene l'influenza degli altri venga tenuta presente tramite parametri globali.

4.3 STAKEHOLDERS ANALYSIS

Il tema della rigenerazione urbana riguarda e interessa un alto numero di *decision makers*, ognuno dei quali è caratterizzato da un certo livello di potere e interesse, sulla base di obiettivi e risorse attribuite.

Trattandosi di un quartiere torinese prevalentemente residenziale, tra gli stakeholders compaiono:

proprietari di casa

affittuari

comitati di quartiere e spontanei
considerati per il compito che rivestono, ovvero quello di coinvolgere la cittadinanza nei piani di attuazione e di farsi interpreti e mediatori delle sollecitazioni dei cittadini nei confronti dell'Amministrazione Comunale, così da eliminare la possibilità di insorgere in incomprensioni e conflitti

abitanti limitrofi

futuri usufruitori dell'area

giovani e studenti

Casa del Quartiere

comunità multietnica

comunità religiose

La ricchezza di servizi poi fa di San Salvario un'area commercialmente forte, assortita e in grado di confrontarsi competitivamente con altri quartieri di Torino, il quartiere diventa un piacevole luogo di interazione e integrazione tra giovani e adulti e rende quindi partecipi alla trasformazione anche:

proprietari di attività commerciali

gestori di impianti sportivi

proprietari di ristoranti

imprenditori potenziali

L'intervento prevede la rigenerazione dell'area sotto molteplici aspetti (sociali, energetici, architettonici) con la finalità di contrastare l'immagine negativa che spesso è stata data del quartiere, combattere quei processi di degrado della qualità della

vita e di diventare un'occasione per sperimentare politiche che potranno essere estese. Questo richiama l'attenzione di fornitori e installatori, come:

installatori di pannelli fotovoltaici e solari termici

ENEL

IREN

Infine, nella trasformazione è anche coinvolto il complesso di organi ed enti pubblici che svolgono l'attività amministrativa per il perseguimento degli interessi pubblici, senza i quali non sarebbe possibile alcun intervento. Tra questi:

Comune di Torino

Città metropolitana di Torino

Azienda di Trasporto GTT

Politecnico di Torino e Università degli Studi di Torino
promotori della ricerca e investitori nelle potenzialità dei singoli ricercatori, si impegnano a incentivare la qualità della produzione scientifica e a migliorare la progettualità della ricerca attraverso iniziative e azioni strategiche

Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Torino
garante della tutela dei beni culturali

Sportello Ambiente
fornitori di servizi e informazioni di interesse ambientale per la Città metropolitana di Torino, rivolgendosi non solo ad aziende e enti locali, ma anche ai singoli cittadini; i campi di azione sono svariati: difesa del suolo e delle aree protette, controllo delle emissioni in atmosfera, educazione e comunicazione, protezione di flora e fauna, mobilità sostenibile, controllo dei rifiuti e delle risorse energetiche e idriche

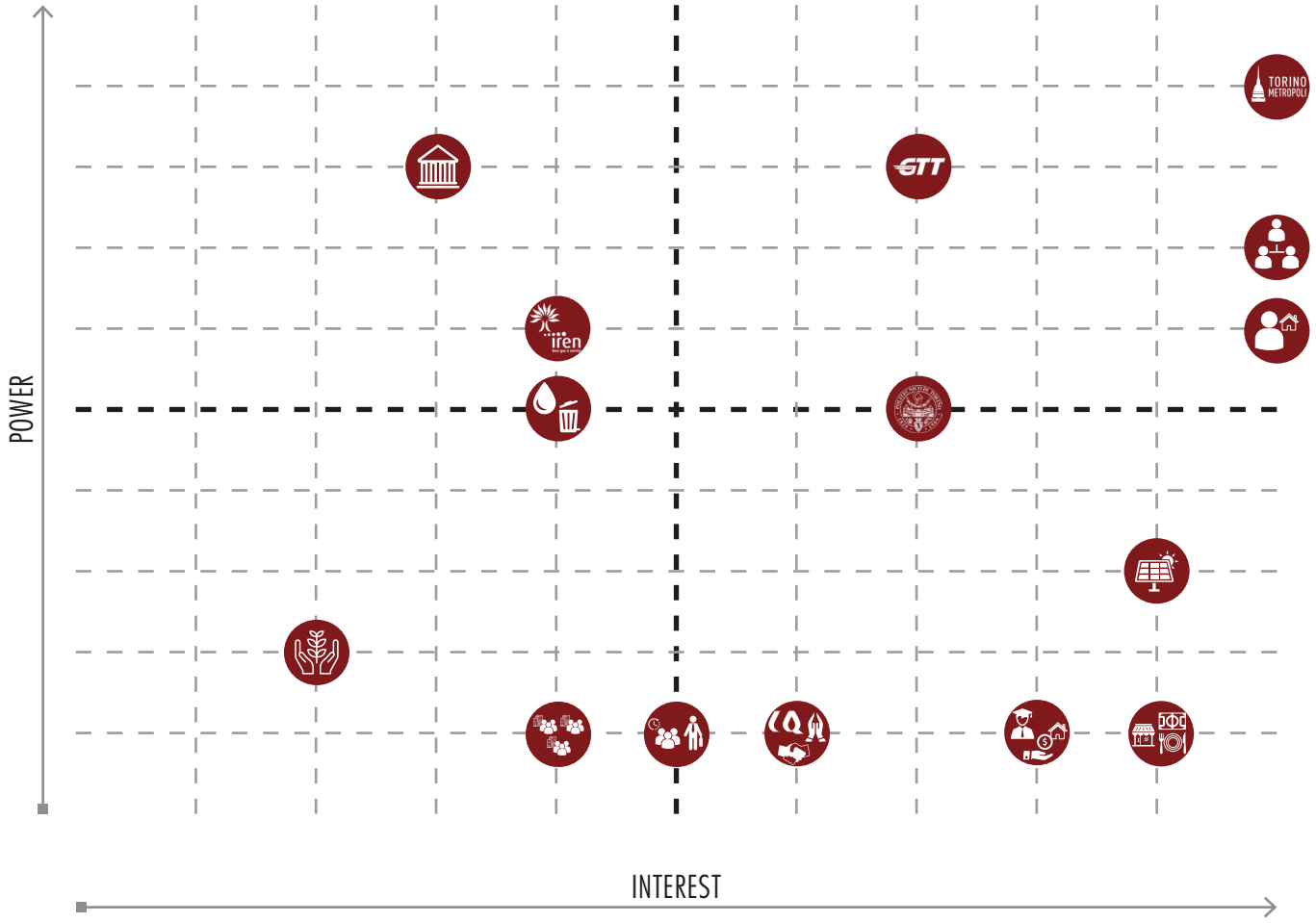
SMAT
azienda operante nel campo del servizio idrico, si occupa della gestione delle risorse idriche e di attività e progetti di ricerca applicata all'innovazione tecnologica, dell'ottimizzazione degli impianti, pianificazione e manutenzione delle reti fognarie

AMIAT
società per azioni impegnata in azioni di igiene e pulizia del suolo, raccolta e smaltimento di rifiuti, pulizia della città, rimozione di graffiti, bonifica di siti inquinati e consulenza ambientale

Livello degli stakeholders

STAKEHOLDERS	LIVELLO
PROPRIETARI DI CASA	locale
AFFITTUARI	locale
COMITATI DI QUARTIERE E SPONTANEI	locale
ABITANTI LIMITROFI	locale
FUTURI USUFRUITORI DELL'AREA	locale
GIOVANI E STUDENTI	locale
CASA DEL QUARTIERE	locale
COMUNITÀ MULTIETNICA	locale
COMUNITÀ RELIGIOSE	locale
PROPRIETARI DI ATTIVITÀ COMMERCIALI	locale
GESTORI DI IMPIANTI SPORTIVI	locale
PROPRIETARI DI RISTORANTI	locale
IMPRENDITORI POTENZIALI	locale
INSTALLATORI DI PANNELLI FOTOVOLTAICI E SOLARI TERMICI	nazionale
ENEL	nazionale
IREN	nazionale
COMUNE DI TORINO	locale
CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO	locale
AZIENDA DI TRASPORTO GTT	regionale
POLITECNICO DI TORINO E UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO	regionale
SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA, BELLE ARTI E PAESAGGIO PER LA CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO	nazionale
SPORTELLO AMBIENTE	locale
SMAT	locale
AMIAT	locale

Matrice potere-interesse



4.4 AMBIENTE, AGENTI, RISORSE E OBIETTIVI

L'ambiente nel quale interagiscono gli stakeholders è un quartiere tipico torinese interessato ad una rigenerazione con l'intento di avvicinarsi al tema della sostenibilità, raggiungendo obiettivi che solo un intero distretto con certe economie di scala può raggiungere. Ragionando a questa scala urbana, le considerazioni verteranno sull'introduzione di tecnologie come le fonti rinnovabili condivise e l'illuminazione urbana ad alta efficienza, la gestione dell'acqua e dei rifiuti. In un'ottica di adozione di questi sistemi a livello territoriale, diventa importante il ruolo delle istituzioni pubbliche nell'avvicinamento a politiche sostenibili territoriali, le cosiddette "*smart city policy*", da applicare ai quartieri dei centri urbani, a villaggi e ai distretti industriali (Allwinke, Deakin, 2007). La progettazione, lo sviluppo e la pianificazione di soluzioni per la rigenerazione di San Salvario vanno quindi sotto il concetto di "comunità sostenibili". Per rappresentare un ambiente viene dapprima utilizzata una rappresentazione irrealistica, in seguito il modello viene integrato con il GIS. I dettagli della rappresentazione verranno analizzati nella Parte 5.

Dal raggruppamento degli stakeholders, vengono individuati quattro agenti: la cittadinanza, la rappresentanza di imprese e lavoro, i fornitori e la pubblica amministrazione. Ogni entità racchiude dentro di sé una serie di stakeholders con interessi e obiettivi in comune e con lo stesso grado di potere ed interesse rispetto all'obiettivo definito. Gli agenti del modello sviluppato nella tesi quindi sono entità umane, mobili e autonome, caratterizzata da attributi, comportamenti e finalità proprie, e interagenti tra di loro in modo differente in base al potere esercitato. Non tutti gli agenti interagiscono tra di loro, l'interazione avviene solamente con i vicini e con la medesima tipologia di agente.

Per ogni agente vengono definiti obiettivi e interessi inerenti a tre aspetti: socialità, economia e ambiente. Ognuno di questi viene affrontato in maniera diversa dai vari agenti e spesso i criteri si intersecano, questo vuol dire che ad esempio la rilevanza per gli aspetti economici spesso va a discapito degli aspetti ambientali o viceversa. È proprio da queste intersezioni che nascono dunque i conflitti tra gli agenti.

Nello sviluppo del modello (Parte 5) verrà considerato solamente l'agente cittadinanza, vero protagonista del processo di rigenerazione urbana, mentre l'agente pubblica amministrazione verrà tenuta presente attraverso parametri economici e politiche, come gli incentivi.

Cittadinanza

L'agente cittadinanza racchiude al suo interno quello che molti ricercatori definiscono "popolazione" o "famiglie", ovvero entità alle quali non

sono richieste conoscenze specialistiche rispetto ai temi affrontati. I cittadini hanno alti interessi e aspettative nell'attività, non possiedono particolari risorse economiche a loro disposizione, non hanno il potere di far cessare l'organizzazione, tuttavia sono agenti primari poiché il loro sostegno è fondamentale. L'influenza esercitata da tali gruppi orienta la pubblica amministrazione rispetto all'operato. L'unica risorsa però di cui effettivamente questo agente dispone è l'opinione.

Per questo agente vengono considerati gli obiettivi di carattere economico e sociale. Per quanto la sensibilizzazione e la conoscenza dei problemi ambientali abbiano effettivamente preso piede e stiano dando dei risultati concreti, la ricerca mostra tuttavia come per questi tipi entità gli aspetti economici siano i più rilevanti, seguiti da quelli sociali e legati alla qualità di vita, considerando sempre i costi.

Obiettivi economici

- Canone di affitto basso
- Costi di investimento
- Spese di consumo energetico, efficienza ed affidabilità degli impianti installati
- Prezzo di mercato
- Durabilità di ogni retrofit e performance sul lungo periodo

Obiettivi sociali

- Comfort interno
- Qualità architettonica
- Livello di rumore
- Sicurezza
- Distanza dai servizi
- Qualità dei servizi
- Posti auto
- Qualità dei trasporti
- Visuali panoramiche

Rappresentanza di imprese e lavoro

La rappresentanza di imprese e lavoro è un agente secondario, in quanto non essenziale per la buona riuscita del progetto. Sebbene dispongano di risorse economiche talvolta anche considerevoli, queste non sono comunque ritenute sufficienti o utili in un progetto a questa scala. Possono comunque influenzare ed essere influenzati dai risultati, ma non sono in grado di orientare l'opinione pubblica. Al contrario il loro operato dipende fortemente dai bisogni della cittadinanza. Dal punto di vista delle risorse, questo agente viene considerato importante dall'amministrazione per il suo "potere" attrattivo nei confronti dei cittadini. Per questo agente vengono considerati solo gli obiettivi di carattere economico.

Obiettivi economici

- Bacino di utenza
- Turismo
- Introiti
- Canone di affitto basso
- Spese basse di consumo energetico
- Efficienza e affidabilità degli impianti

Fornitori

Anche i fornitori sono un agente secondario, in quanto non essenziali per l'avvio teorico del progetto, tuttavia è fondamentale per rendere concreta e realizzabile la trasformazione. La differenza rispetto alla rappresentanza di imprese e lavoro sta nel loro occuparsi di energia, come fonte principale e risorsa. Sebbene non abbiano grandi poteri da esercitare in quanto il mercato dispone di varie aziende, il loro interesse è sicuramente molto elevato.

Trattandosi di una rigenerazione energetica, potrebbero essere considerati anche gli obiettivi di carattere ambientale, tuttavia anche per queste entità la ricerca mostra come siano da considerarsi solamente le finalità economiche, in quanto la scelta dei fornitori è dettata da competizioni, dove il ruolo cardine è rivestito dal fattore costo.

Obiettivi economici

- Bacino di utenza
- Introiti

Pubblica amministrazione e operatori comunali

L'agente pubblica amministrazione e operatori comunali ha il compito di costruire prima di tutto un rapporto di fiducia con quelli che sono gli interlocutori principali, i cittadini. È chiamato ad adottare comportamenti responsabili, rispondendo alle aspettative economiche, ambientali e sociali di tutti i portatori di interesse. Supporta organizzazioni nella definizione di strategie di sostenibilità, facendo sì che le stesse diventino fonte di vantaggio competitivo nel breve e nel lungo periodo e che contribuiscano alla creazione del valore e dell'immagine della città. Per rendere tutto ciò possibile, deve prendersi cura dei cittadini, coinvolgendoli attivamente e sensibilizzandoli rispetto ad alcuni temi cardine.

L'agente racchiude al suo interno attori ai quali sono richieste conoscenze specialistiche rispetto ai temi affrontati, si tratta dunque di professionisti del campo ai quali sono richieste competenze chiare e definite. L'amministrazione detiene i maggiori interessi nell'attività, nonché il più alto potere, grazie alle risorse economiche a disposizione e soprattutto alla possibilità di dare avvio o cessare l'organizzazione. Si tratta dunque di un agente primario poiché il suo sostegno è fondamentale dalle origini. Per questo ultimo agente vengono considerati tutte e tre le categorie di obiettivi.

Obiettivi economici

- Effetti sull'economia locale
- Stabilità delle finanze municipali e fattibilità socio-economica
- Turismo

Obiettivi sociali

- Efficienza dei trasporti pubblici
- Indice di mixitè
- Qualità dei servizi

- Offerta abitativa diversificata
- Mobilità
- Preservazione identità del luogo
- Integrazione comunità

Obiettivi ambientali

- Consumo e gestione del suolo
- Riqualificazione urbana
- Ecodistretto
- Conservazione corridoi ecologici e creazioni di nuovi
- Permeabilità
- Energia rinnovabile

4.5 INIZIALIZZAZIONE DEL MODELLO

La modellazione basata su agenti è altamente dettagliata e comporta la programmazione di comportamenti di agenti complessi, è adatta quindi all'analisi a scala di edifici, ma è forse eccessivamente dettagliata per analisi in scala di quartiere. Per questa ragione, il lavoro ha cercato di sviluppare una *open-source* semplificata con un semplice strumento di modellazione basato su agenti che combina i benefici della mappatura dell'area di servizio con altri fattori dinamici legati per esempio alla pedonabilità.

Identificati gli agenti e l'ambiente di interazione, è ora importante iniziare a comprendere e quindi specificare nel modo più accurato possibile i loro comportamenti e rappresentare in modo appropriato le loro interazioni. Per fare questo si può sviluppare un modello in cui gli agenti tentano di ottimizzare un obiettivo ben definito attraverso lo sviluppo di euristiche comportamentali più descrittive e specifiche del dominio. In alternativa, si può iniziare con un'euristica comportamentale generica per descrivere il comportamento dell'agente o, più in generale, un modello formale di modellazione comportamentale contenuto nella letteratura. Il caso sviluppato appartiene alla seconda tipologia di approccio, per cui sono stati utilizzati dei riferimenti analizzate nella Parte 5: la teoria del comportamento pianificato (TPB) e il modello *Belief-Desire-Intention* (BDI). Si inizia dunque a sviluppare il modello identificando le famiglie di agenti e i loro attributi economici e identità di genere (età, competenze). Ogni agente ha una sua sfumatura rispetto alla teoria del comportamento, scelta soggettivamente dal ricercatore e influenzata da questioni finanziarie e sociali.

Nelle simulazioni effettuate, le caratteristiche chiave delle famiglie di agenti "cittadinanza" individuate sono: posizione, numero, età, reddito, competenze e propensione all'innovazione. Il numero e la tipologia di caratteristiche utilizzate sono state scelte dal ricercatore, in base a quello che è sembrato più adatto rispetto al tema affrontato.

Il paesaggio iniziale del modello è determinato dall'impostazione di una griglia di celle, un reticolo regolare di celle indicizzate dalle loro coordinate geografiche (i, j) nello spazio matriciale. Il reticolo in un secondo momento è stato completato dall'importazione di file GIS vector di variabili paesaggio prodotti da analisi spaziali. I dati GIS sono stati inseriti in forma di file di testo e dati come fogli di lavoro e da questi si ricavano le caratteristiche principali (edifici, strade, ecc.) e i valori di superficie. Migliore è la qualità dell'input, maggiore sarà l'affidabilità dei risultati del modello. I set di caratteristiche riferite alle unità di ambiente necessarie in fase iniziale sono il numero totale di proprietà residenziali e il numero di proprietà non residenziali come uffici, negozi, scuole, ospedali, ecc. e la rete stradale. Nel caso specifico non si sono rilevate necessarie la

stazione ferroviaria, zone chiave di servizio, mercato e i grandi quartieri vicino che altrimenti andrebbero considerati.

Nella simulazione le caratteristiche spaziali non sono importanti per le scelte di posizione degli agenti, in quanto sono entità fisse attribuite alla propria residenza, senza possibilità di muoversi e occupare altri spazi. In altre tipologie di modelli, in cui gli agenti sono invitati e scegliere una posizione, alle caratteristiche sopra elencate si potrebbero aggiungere anche la vicinanza al fiume, alle aree verdi ricreative e in generale alle aree di straordinaria bellezza naturale, la vicinanza a un centro di servizi primari e così via, tenendo in considerazione che alcune caratteristiche geografiche hanno invece un effetto repulsivo all'interno del modello, come le zone con alto tasso di criminalità, rumore, o quelle vicino a grandi poli industriali e naturalmente anche queste vanno evidenziate. L'agente in questo caso esegue una prima scansione per scegliere un luogo con le caratteristiche preferite. Tutti gli agenti usano lo stesso processo di classificazione delle unità sulla base ad esempio della loro potenziale attrattività, nonché delle possibilità economiche, eliminando le unità dalle loro preferenze se non soddisfano determinati criteri. Il processo di valutazione dell'idoneità si basa su due fasi (Zhang, Fontaine, 2010): individuazione delle celle oggetto di potenziale conversione, abbandonate o con possibilità di riqualificazione; sviluppo delle celle con alti potenziali di conversione, con buona accessibilità al trasporto (A), con sviluppo urbano considerevole rispetto al vicinato (N) e livelli di rumore accettabili (v).

L'indice di idoneità viene dunque calcolato come:

$$[\ S = A * N * v\ ]$$

dove

- A si calcola come (1 + D / a) -1, in cui il parametro a è un coefficiente di decadimento, D è la distanza dai centroidi delle celle alla rete di trasporto più vicina
- N è la valutazione del quartiere, data dal conteggio del numero di celle urbane all'interno del quartiere adiacente la cella dell'obiettivo (i,j)
- il parametro casuale v rappresenta tutte le altre influenze non considerate da A e N ed è calcolato con l'espressione: [-ln (rand)]*b, in cui rand (0<rand<1) è una variabile casuale uniforme, e il coefficiente b è usato come aggiustamento della perturbazione.

La funzione finale è data dunque dall'equazione (Zhang, Fontaine, 2010):

$$[\ 6{:}S = (1 + D/a - 1)*(1 + \sum li, j)*(1 + [-\ln(rand)]\ b)\ ]$$

Tutte le celle sono classificate in base al loro potenziale più alto e le transizioni iniziano con la cella più alta per procedere verso il basso. Quando un numero sufficiente di celle è stato raggiunto, ne risulterà che alcune celle non sono nello stato per cui possono arrivare al massimo potenziale.

Il procedimento non è stato utilizzato nel caso applicativo di San Salvario in quanto gli agenti sono attribuiti agli edifici e non sviluppano quindi una classificazione di preferenza dei criteri.

4.6 DEFINIZIONE DEGLI SCENARI

Le sfide di tipo sociale, economico e ambientale si acuiscono nelle città, dove si accentuano disuguaglianze, disparità e relazioni sociali fragili e conflittuali, dove spesso si presenta una carenza di servizi e collegamenti, di una pianificazione adeguata di assetti infrastrutturali e ambientali. Le città, e ancora più i quartieri, diventano dunque laboratori di sperimentazioni di strategie di rigenerazione con un approccio basato su idee di innovazione sociale, crescita economica, rispetto e tutela dell'ambiente (Pultrone, 2017).

Con rigenerazione urbana si intendono dunque tutte quelle azioni di recupero e riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, di salvaguardia del paesaggio e dell'ambiente, attente alla sostenibilità. La rigenerazione è affiancata da interventi di natura sociale, economica e ambientale finalizzati ad un miglioramento della qualità della vita, nel rispetto di alcuni principi cardine. Per questa ragione, gli scenari formulati vengono suddividi nelle tre macrocategorie di criteri.

4.6.1 Sistema sociale

La rigenerazione sociale prevede la concretizzazione di un nuovo paradigma dove a prevalere è l'interesse della comunità a partire da meccanismi collaborativi di scambio. Le condizioni socio-economiche e culturali fanno parte del processo di rigenerazione, in quanto anche bisogni e risorse si ricompongono intorno al concetto di "sostenibilità". Si tratta dunque di una generazione e distribuzione di risorse economiche per cofinanziare l'offerta di beni e servizi di interesse collettivo. Tale trasformazione è alimentata da processi dal basso che necessitano in maniera sempre più evidente di spazi da riconvertire a nuove forme d'uso collettivo, favorendo una promozione sociale. In tal discorso è inclusa anche l'offerta di beni immobili da parte dell'amministrazione locale e di istituzioni private che rimandano alla necessità di ottenere benessere anche indoor (Cottino, Zandonai, 2012).

Architettura e pianificazione urbana influenzano direttamente anche i modelli e gli stili di vita degli abitanti. Per progettare città belle, vivibili, sicure e sostenibili vanno tenuti in considerazione una serie di principi, che tengono conto della pedonalità, intesa come riduzione di inquinamento e stile di vita più sano per i cittadini, degli spazi pubblici, punti di riferimento per la condivisione, l'aggregazione e quindi l'inclusione sociale, dell'accessibilità, della percezione di sicurezza e tranquillità e non da meno della capacità di mantenere il fascino della città, l'identità e la vivibilità, elementi che spesso vengono distrutti dal traffico veicolare, dal caos o da un'edilizia incontrollata. Anche per il caso studio sono stati ipotizzati una serie di possibili parametri sulla base degli obiettivi degli agenti. Non tutti i parametri sono stati applicati

concretamente, l'obiettivo è quello di dare un'impostazione teorica per future applicazioni. Per ognuno di essi è stata sviluppata una breve descrizione.

I parametri sociali predisposti per San Salvario sono quindi i seguenti:

- Mobilità e accessibilità
- Diversità culturale
- Benessere dell'ambiente indoor
- Identità del luogo e qualità architettonica

Mobilità e accessibilità

Uno dei fattori principali di cui tenere conto nei processi di rigenerazione urbana è sicuramente la mobilità, sulla quale molto si è discusso nei decenni passati. La mobilità sostenibile è sempre stata identificata con la diminuzione dell'impatto ambientale dei trasporti, in termini di inquinamento atmosferico e acustico e di incidentalità, causato perlopiù dai trasporti privati. A questi fattori negativi va poi aggiunto un altro parametro chiave della qualità urbana: il consumo di suolo non urbanizzato, che le grandi infrastrutture richiedono. La presa di coscienza dei problemi da parte di amministrazioni locali e dei cittadini stessi è avvenuta solamente nell'ultimo ventennio, in cui una fase di sperimentazione e conoscenza ha consentito progressi tangibili, in particolar modo per quanto riguarda l'innovazione tecnologica dei veicoli (es. mobilità elettrica), le regole per la limitazione dell'uso dell'auto e il potenziamento dei trasporti pubblici e le varie forme di condivisione dei mezzi (*car sharing*, *bike sharing*) a basso impatto (Vittadini, non datato). Oggi continuano gli sviluppi delle nuove logiche organizzative, dimostrando come la mobilità urbana sia forse il campo dove l'innovazione ha fatto gli avanzamenti più rilevanti. L'intervento per il quartiere dovrebbe quindi seguire una serie di linee guida finalizzate al miglioramento dell'accessibilità e dell'organizzazione di spazi per pedoni, ciclisti e attività collettive a livello distrettuale, al contenimento dei livelli di inquinamento atmosferico e acustico per il benessere delle persone e dell'ambiente, alla riduzione dell'offerta di parcheggi e potenziamento di mezzi pubblici, alla promozione di *car* e *bike sharing*, all'uso appropriato delle tecniche di moderazione del traffico (isole ambientali, aree a 30 km/h, ecc.), a garantire elevati livelli di sicurezza per automobilisti, pedoni e ciclisti, e aree verdi e servizi facilmente accessibili e ben connessi. Sulla base delle argomentazioni fatte, gli indicatori applicabili al quartiere San Salvario potrebbero riguardare il decongestionamento del traffico sulle arterie principali, l'aumento della lunghezza e la connessione di percorsi pedonali e ciclabili interrotti ed eventualmente la trasformazione di aree a 30.

Diversità culturale

La rigenerazione sociale ha l'obiettivo di rivitalizzare il distretto, non solo da un punto di vista fisico, ma vuole creare soprattutto coesione sociale e rafforzare quelle differenze culturali, di cui San Salvario è ricco.

Benessere indoor

Il comfort abitativo è una condizione di benessere strettamente collegata alla progettazione ar-

chitettonica, in quanto dipende da fattori quali temperatura, qualità dell'aria, acustica e luminosità. Tale criterio dunque viene conseguito solamente a fronte di una buona progettazione ed è fondamentale, in quanto la ristrutturazione, come metodologia di intervento che valorizza ciò che già esiste, è un argomento principale della rigenerazione urbana e nella rivitalizzazione del quartiere.

- **Identità del luogo e qualità architettonica**

La riqualificazione di aree più o meno sfruttate influisce positivamente sul rapporto tra i cittadini e tra cittadino e luogo, in quanto la loro percezione di quello che fa parte del loro vissuto influenza le interazioni e le abitudini. Rigenerare un'area, quindi, è anche un modo per migliorare la qualità dell'esistenza per i residenti, ma è importante che al tempo stesso questo processo non stravolga l'identità del luogo nei quali essi si immedesimano quotidianamente. Quello che il progettista deve fare è incrementare il valore degli spazi urbanizzati, arricchire il territorio, senza negare e nascondere un'immagine storica ben consolidata. Questo richiede interventi di recupero meticolosi, ma anche creativi, dove l'uso di materiali ecocompatibili e tecnologie efficienti rispondono ai criteri di sostenibilità ambientale e rilanciano l'immagine del distretto. Questo concetto di valorizzazione e rispetto dei beni dunque va tenuto in considerazione anche negli interventi che richiedono l'eliminazione di obsolescenze fisiche e funzionali. Le strategie di intervento di quartiere e su scala di edificio devono muoversi e tenere conto del sistema città per garantire uno sviluppo territoriale più equilibrato. Solo così facendo, il patrimonio culturale e ambientale rappresenterà un valore aggiunto per il territorio, anche sotto forma di attrattiva di attività e turisti.

4.6.1.1 Applicazioni teoriche ABM: mobilità e accessibilità

Tra i parametri presentati all'interno del sistema sociale, l'unico che può essere trasposto su un modello ABM è "mobilità e accessibilità", in quanto gli altri parametri descritti, essendo soggettivi, legati alla percezione individuale e non quantificabili, localizzabili su un reticolo geospaziale, ma soprattutto non tangibili, richiedono altri metodi di valutazione.

Il trasporto è un parametro importante all'interno della rigenerazione in quanto unisce, divide e struttura le aree urbane, fornendo una definizione funzionale della geometria e definendo i processi urbani. Tuttavia, in più casi presentati dalla letteratura esistente, il modello Agent-Based si è dimostrato piuttosto complesso e poco adatto per queste applicazioni (Wise, Crooks, Batty, 2017). Il trasporto definisce il modo in cui il quartiere interagisce con i quartieri limitrofi e con tutta la città in generale. Anche se strumenti e dati sono diventati più accessibili, enigmi teorici rimangono rispetto a come determinare alcuni fattori, dove tracciare la linea di astrazione tentando di capire la mobilità (Wise, Crooks, Batty, 2017).

I primi modelli dei sistemi urbani formulati con l'uso di computer erano proprio basati su questo

tema e risalgono già alla prima metà degli anni '50, in cui il trasporto, così come l'allocazione, l'analisi delle merci e del flusso commerciale erano obiettivi primari (Wise, Crooks, Batty, 2017). I primi modelli erano essenzialmente simulazioni di flussi di traffico in cui la distanza era la chiave di lettura. Questi modelli sono diventati oggi la base per lo sviluppo del modello di trasporto. Utilizzati per distribuire i traffici in base alla distanza e all'attrazione delle zone, i flussi vengono quindi suddivisi in diversi modi e assegnati alla rete in modo che la congestione possa essere valutata e la rete cambiata se necessario. I modelli hanno rapidamente generato estensioni alla modellizzazione del territorio, che a loro volta si è fusa con discorsi su densità, affitti, mercati immobiliari, base economica e analisi input-output con il processo decisionale locale (Wise, Crooks, Batty, 2017). I modelli basati su agente che riguardano il sistema di trasporto sono generalmente concepiti in termini di movimento delle persone, tendendo ad escludere i veicoli (Wise, Crooks, Batty, 2017). In tali modelli, gli agenti entrano in contatto fisico e possono anche generare effetti di affollamento. Talvolta questi tipi di simulazioni sono accoppiati a sequenze decisionali che riguardano il contesto sociale ed economico, come il movimento all'acquisto merci nei centri commerciali, generando collegamenti abbastanza complessi tra agenti, merci e il loro trasporto (Wise, Crooks, Batty, 2017).

I cambiamenti nelle tecnologie di trasporto hanno permesso alle città di crescere ad un ritmo accelerato. I primi teorici hanno portato modelli ampi e molto astratti per affrontare il problema, utilizzando le strutture basate su considerazioni economiche per comprendere il complesso funzionamento delle città (Wise, Crooks, Batty, 2017). Alcuni professionisti hanno postulato ad esempio la domanda residenziale, in cui le scelte di posizione nascevano da un compromesso tra fattori quali la dimensione della casa, il budget familiare e la distanza della residenza dal centro della città (Wise, Crooks, Batty, 2017). Le aree infatti si sviluppano grazie a molti fattori, tra i quali l'accessibilità è uno dei più importanti, motivo per cui simulazioni di questo tipo consentono anche di studiare il processo di cambiamento dei quartieri nel tempo. Anche sul trasferimento delle popolazioni in periferia per le opportunità offerte da abitazioni migliori incide la mobilità. In questo caso è interessante osservare anche tutte le variazioni economiche, come il deprezzamento delle aree, e le dinamiche sociali, come la gentrificazione. Questo vuol dire che sulla base dell'ubicazione di servizi o residenze, dell'accessibilità delle zone e del collegamento di queste con altre parti di città, gli agenti compiono decisioni, che influenzano gli acquisti e quindi il mercato: mobilità e accessibilità modellano lo spazio all'interno del quale le persone agiscono. Nei modelli ABM l'enfasi è più sul processo decisionale degli agenti, piuttosto che sulla probabilità di una cella di passare da un uso ad un altro. È più importante e interessante, quindi, capire come le dinamiche sociali, fisiche, informative e di mercato siano influenzati dalle questioni di trasporto (Wise, Crooks, Batty, 2017).

La possibilità di incorporare modelli sempre più complessi di trasporto stradale, pedonale, pubblico, ferroviario, aereo cresce con l'aumento dell'accessibilità dei dati. Va pur sempre considerato che il simulatore non può modellare il mondo in tutta la sua complessità e deve ad un certo punto accettare un livello di astrazione come limite (Wise, Crooks, Batty, 2017). Con la crescente disponibilità di informazioni dettagliate sul trasporto, c'è la tentazione di creare simulazioni eccessivamente dettagliate. I ricercatori devono considerare quale livello di complessità è realmente necessario per ciascuno dei processi che stanno incorporando nel modello, assicurandosi che sia costruito nel modo più pulito e lineare possibile (Wise, Crooks, Batty, 2017). Per queste ragioni, è importante avere chiari fin da subito gli obiettivi e i limiti del trattamento dello spazio per evitare che la complessità possa minacciare l'interpretabilità dei risultati. La maggior parte dei modelli sono stati inoltre estremamente aggregativi e non sono in grado di indirizzare gli obiettivi delle politiche, non riescono ad affrontare ed analizzare quei dettagli che sono spesso necessari quando si lavora con il sistema urbano (Wise, Crooks, Batty, 2017). Lo scoglio attuale quindi è che la maggior parte dei modelli basati su agenti che incorporano il trasporto lo fanno in modo simile, ricercando una visione di insieme troppo grande, rivelandosi difficilmente scalabili in sistemi più completi (Wise, Crooks, Batty, 2017). Sebbene una visione di insieme sia necessaria per verificare collegamenti e funzionalità, queste simulazioni devono essere effettuate anche su scala distrettuale, così da poter considerare in modo integrato fattori come crimine, salute, polizia e così via (Wise, Crooks, Batty, 2017).

I modelli di seguito presentati sono modelli in cui gli agenti sono entità libere di muoversi attraverso uno spazio continuo o reticolo che include solo il più elementare senso del trasporto, rappresentano lo spazio e includono un concetto implicito di distanza. I modelli ignorano i fattori economici e le problematiche sociali, come la criminalità, si concentrano più che altro sul cambiamento urbano. Hanno l'obiettivo di determinare come i pedoni si muovono, assumendo che il loro scopo possa essere determinato dalla loro direzione e il loro contatto con altri pedoni e relativi ostacoli fissi. L'aggiunta di fattori che determinano la logica del movimento rende più complicata la gestione del modello, ad oggi infatti la maggior parte degli sviluppi ha evitato tali estensioni (Wise, Crooks, Batty, 2017).

Accessibilità

OBIETTIVO: Stima del livello di accessibilità casa-lavoro e casa-scuola
AGENTE: Cittadinanza
VARIABILI DEGLI AGENTI: Ubicazione dell'ufficio o della scuola, tipo di attività (lavoratore, studente, non lavoratore), mezzi di mobilità (auto, moto, trasporti pubblici), età, sesso, reddito familiare
AMBIENTE: Quartiere San Salvario e città di Torino
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Costo di viaggio, opportunità che attraggono il viaggiatore

La ricerca cattura le caratteristiche del comportamento di viaggio individuale e stima il livello di accessibilità utilizzando il modello ABM. L'accessibilità è un argomento interessante da discutere per l'agglomerato di Torino. Nel caso specifico, non è possibile limitare completamente lo studio al solo quartiere di San Salvario, in quanto il tema trattato è ampio e per essere efficace deve tenere conto anche dell'intera città.

Le infrastrutture di trasporto pubblico urbano, che non possono soddisfare le esigenze di tutte le persone, portano a una scarsa accessibilità in alcune parti della città facendo in modo che le persone si affidino all'automobile, alla moto e persino al trasporto privato a pagamento, come taxi. La mancanza di organizzazione dei trasporti nelle aree a bassa accessibilità fa sì che le persone tendano ad avere un numero maggiore di veicoli privati per sostenere le loro attività quotidiane. Conoscendo il livello di accessibilità, si saprà quale posizione dovrebbe essere considerata prioritaria per rendere più accessibile il trasporto urbano. L'accessibilità può essere definita come la disponibilità di mezzi di trasporto urbano per sostenere il viaggio di individui dalle loro case ai luoghi di destinazione e può anche essere misurata sulla base di diverse ipotesi sul comportamento di viaggio e sull'offerta di trasporto (Ilahi, Axhausen, 2017).

Esistono quattro metodologie comuni per misurare l'accessibilità (Geurs, Van Wee, 2004): basata sull'infrastruttura, sulla posizione, sulle persone e sull'utilità. Ogni metodologia ha diversi punti di forza e di debolezza. Le ubicazioni della casa e dell'ufficio, le caratteristiche sociodemografiche come il reddito, il numero di membri della famiglia e la proprietà dei veicoli hanno un'influenza su ciascuna decisione individuale, ad esempio dove viaggiare e quale mezzo di trasporto prendere.

Misurazione dell'accessibilità

La misurazione dell'accessibilità nella maggior parte delle ricerche segue l'estensione dell'accessibilità MATSim (*Multi-Agent Transport Simulation*), un *framework open source* per l'implementazione di simulazioni di traporto. La potenziale accessibilità può essere calcolata per l'intero ambito di attività delle strutture (ad es. negozi, tempo libero, ecc.). In questo caso, l'accessibilità è calcolata sulla base di un viaggio primario di casa-lavoro-casa e casa-scuola-casa. La forma matematica è la seguente (Geurs, Van Wee, 2004):

$$\left[A_i = g \left[\sum_j a_j f(c_{ij}) \right] \right]$$

dove

- J sono tutte le possibili destinazioni (opportunità)
- a_j sono le opportunità che attraggono il viaggiatore
- c_{ij} è il costo di viaggio generalizzato tra l'origine i e la destinazione j
- f(c) è una funzione di distanza di impedenza che (tipicamente) diminuisce all'aumentare dei costi
- g è una funzione arbitraria, ma di solito monotonamente crescente.

I modelli ABM sono diventati popolari per molti ricercatori, grazie alla loro capacità di catturare caratteristiche di viaggio individuali basate su variabili sociodemografiche che utilizzano modelli a scelta discreta. Questi modelli consentono di stimare l'impatto dell'accessibilità in ogni situazione e per ogni profilo degli intervistati, in cui ogni individuo richiede un'utilità diversa.

Raccolta dati

Per poter dare avvio all'inizializzazione del modello, è necessario raccogliere prima di tutto i dati: il numero di famiglie e la percentuale rispetto al numero totale presente nella città di Torino, il numero di membri della famiglia che hanno o hanno avuto lavoro o attività di studio all'interno della città. Per poter raccogliere tutte queste informazioni bisogna far riferimento ai dati del Comune o dei censimenti, oppure intervistare i diretti interessati (in generale è importanti avere un numero di risposte pari o superiore al 60%). Il numero totale di intervistati deve comprendere rispondenti del quartiere e rispondenti dell'intera area urbana. I dati devono contenere informazioni per ogni componente della famiglia su:

- ubicazione dell'ufficio o della scuola
- tipo di attività (lavoratore, studente, non lavoratore)
- mezzi di mobilità (auto, moto, trasporti pubblici)
- età
- sesso
- reddito familiare.

Ottenuti questi dati, è possibile costruire il grafico della distribuzione della modalità di trasporto più frequente e capire quindi se i mezzi di trasporto sono efficienti in base al loro utilizzo.

Analisi

Grazie al sistema di simulazione MATSim è possibile ottenere le posizioni geocodificate di casa, lavoro o luogo di scuola. La mancanza di accessibilità tende a ridurre l'utilità dei trasporti pubblici e le persone tendono a utilizzare un veicolo privato per sostenere le loro attività come strumenti di mobilità. Diversi problemi dovrebbero essere affrontati e inclusi nel futuro sviluppo del modello:

- la motocicletta è il principale modo di trasporto che offre bassi costi e alta mobilità ma meno sicurezza per le persone
- ci sono diverse modalità di trasporto pubblico, ognuna delle quali deve essere oggetto di pianificazione
- luoghi di uffici privati (all'interno delle abitazioni) e un possibile sviluppo (nascita o chiusura di attività, quindi se il numero cresce o diminuisce)
- sviluppo della popolazione
- sviluppo di altri tipi di attività del tempo libero, come parametro di influenza.

Pedonalità

OBIETTIVO: Stima del livello di camminabilità
AGENTE: Cittadinanza
VARIABILI DEGLI AGENTI: Età, salute fisica, disabilità
AMBIENTE: Quartiere San Salvario
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Sicurezza del percorso (microcriminalità), numero medio di strade attraversate, tempo di attesa alle intersezioni (volume del traffico)

San Salvario è un quartiere a misura di pedone con destinazioni e servizi prossimali. Questo incoraggia a camminare e ridurre la dipendenza dall'automobile, contribuendo così a comunità più attive e più sane. La vicinanza ai servizi è un aspetto importante nel processo decisionale relativo alla progettazione urbana.

Lo sviluppo di un semplice ABM può essere utile a ricercatori, progettisti urbani, pianificatori e decisori politici per trovare scenari per migliorare i bacini percorribili a piedi. Anche in questo caso la conversione a uno strumento GIS consentirebbe di ottenere risultati più reali. Il modello risultante è efficace e flessibile, consente agli agenti di valutare e ottimizzare la percorribilità dei bacini di prossimità attorno a nodi di interesse reali o potenziali (ad es. scuole, fermate dei trasporti pubblici). Per fare questo gli utenti tengono conto di una serie di parametri per confrontare diversi scenari modellati. Questi includono: la sicurezza del percorso, inteso come possibile presenza di spaccio o microcriminalità, il numero medio di strade attraversate e il tempo di attesa alle intersezioni, quindi la velocità di percorrenza. Intrinseco in questa tematica c'è anche tutto un discorso sulla difesa della salute pubblica, che però non verrà considerata per evitare di rendere eccessivamente complesso il modello. All'interno di questo sistema vengono incorporati attributi ambientali che migliorano la pedonalità (densità abitativa, uso misto del suolo, volume del traffico) e attributi riguardanti ad esempio le visuali panoramiche.

Questo argomento sta guadagnando attenzione nella letteratura con i nuovi principi urbanistici concentrandosi su sviluppi orientati al transito (TOD), le cui strategie sono incentrate sulla creazione di ambienti calpestabili e densi entro un raggio di dieci minuti a piedi intorno alle principali stazioni di transito. Rispetto agli approcci precedenti, che non tengono conto della connettività della rete stradale o degli ostacoli alla pedonalità come strade principali, fiumi o linee ferroviarie con pochi punti di attraversamento, l'ABM pone rimedio a queste mancanze, garantendo anche una precisione maggiore.

Misurazione della camminabilità

Il metodo per la valutazione della camminabilità è suddiviso in cinque fasi (Eynard, Melis, Tabasso, 2017):

- acquisizione e selezione dei dati: possono essere scaricati dal Geoportale del Comune di Torino, che detiene un catalogo abbastanza aggiornato e completo di dati raggruppati in diverse categorie
- analisi delle destinazioni raggiungibili a piedi dai

cittadini, valutate utilizzando il GIS o stimandole
- conversione e attribuzione dei pesi alle destinazioni, sulla base di priorità opportunatamente definite
- calcolo del *walk index*, che rappresenta per ogni punto sulla mappa il grado di accessibilità pedonale verso tutte le destinazioni considerate
- visualizzazione del risultato finale.

Per tarare i pesi, il ricercatore deve tenere in conto l'età alla quale si sta rivolgendo, le fasce di popolazione, identificandone le caratteristiche individuali (età, sesso), gli interessi (presenza di elementi di moderazione del traffico, qualità percepita dei percorsi), lo stato di salute. Il calcolo viene poi integrato con una valutazione, attraverso questionari, che tiene conto della presenza di elementi di moderazione del traffico, come aree pedonali o zone a percorrenza lenta, della presenza di aree verdi, della fruibilità dei marciapiedi, della possibilità di sedersi, dell'ombreggiatura, della sicurezza e della segnalazione di attraversamenti pedonali, dell'illuminazione e della gradevolezza della passeggiata.

Raccolta dati

Prima di procedere con l'avvio della simulazione, devono essere raccolti e verificati alcuni attributi specifici dell'ambiente: la densità residenziale, la connettività stradale e il mix di uso del suolo. Utilizzando le informazioni geografiche (GIS) applicati a dataset spaziali esistenti e le informazioni raccolte dagli intervistati è possibile identificare i quartieri di pedonalità "alta" e "bassa", valutare la qualità della camminabilità in una data strada e generare un *benchmark* per confrontare le diverse direzioni di percorrenza.

Lo sviluppo e l'applicazione dell'indice di camminabilità (*walk index*) ha prodotto molte intuizioni sulla relazione tra forma urbana e comportamenti dei pedoni. Il fattore da considerare che influisce in maniera determinante sul camminare è la vicinanza a servizi o luoghi di interesse. Di fatto, il calcolo dell'indice consente di capire se è necessario ricorrere alla modifica della rete stradale, del traffico, piuttosto che dei punti di accesso o della permeabilità. Da quando gli agenti vengono rilasciati nel sistema, vengono simulati e osservati i loro comportamenti, incluse le distanze percorse e tutte le giunzioni che causano congestione.

Analisi

In questa simulazione ciascun agente rappresenta un pedone che viaggia lungo una rete all'interno di un insieme definito di regole. Gli agenti sono programmati con semplici regole per dare loro rudimentali comportamenti, tra cui: muoversi a varie velocità, viaggiare il più lontano possibile da un nodo all'interno di un tempo assegnato, navigare su una strada o una rete di marciapiedi, essere ostacolato da barriere, come strade principali o fiumi, evitare conflitti con gli edifici e con altri agenti e rallentare su una topografia ripida. I pedoni simulati partono da un nodo definito dall'utente e attraversano le reti stradali in tutte le direzioni, a meno che non sia bloccato da una barriera di rete invalicabile.

Il bacino in cui i pedoni simulati possono viaggiare è definito dall'utente che imposta un tempo o una distanza massima (ma non entrambi i parametri contemporaneamente).

La capacità di progettare ambienti che facilitano la camminata da casa a lavoro, a scuola, ma anche ai negozi, servizi e trasporti pubblici ha implicazioni di dimensioni importanti. Aumenti modesti nel camminare genereranno sostanziali benefici per la salute e ampi guadagni per l'ambiente, grazie alla riduzione delle emissioni.

Lo strumento dunque viene sviluppato per valutare e ottimizzare la percorribilità del quartiere attorno a reali o potenziali nodi di interesse (es. scuole, trasporti pubblici fermate) in base all'accesso e alla connettività, nonché alla popolazione di interesse (es. bambini, anziani, disabili). L'interfaccia progettata dal ricercatore include la manipolazione di: tempo massimo di cammino (fino a tot. minuti), massima velocità di camminata (fino a tot. $m*s^{-1}$), tempo di attesa alle intersezioni (fino a tot. secondi). Ad esempio, camminando e attraversando la strada, le velocità variano notevolmente a seconda dell'età e dei livelli di mobilità, e quindi, avere la capacità di alterare questi valori è una caratteristica importante dello strumento. Un'ipotesi potrebbe essere quella per cui le destinazioni per i gruppi più vulnerabili abbiano bacini percorribili a piedi più piccoli, accesso a meno incroci a causa di velocità di camminata più lenta e problemi di sicurezza aggiuntivi, rispettivamente, se confrontato con adulti normodotati.

Ad oggi, c'è ancora ampio spazio di miglioramento in questo tipo di simulazioni per aumentare la sofisticazione. Innanzitutto, attualmente lo strumento include un numero limitato di misure dell'ambiente (Badland, White, Macaulay, Giles-Corti, 2013). Altre misure potrebbero essere esplorate, ad esempio il crimine, l'inciviltà, l'estetica, il verde, il traffico, il rumore, tutti parametri valutati sia oggettivamente che soggettivamente (Badland, White, Macaulay, Giles-Corti, 2013). La ricerca infatti ha mostrato come ci siano differenze sostanziali tra la valutazione oggettiva e soggettiva (percepito) riguardo misure di criminalità, inciviltà e rumore (Badland, White, Macaulay, Giles-Corti, 2013). Ad esempio, già dei marciapiedi puliti e correttamente dimensionati consentirebbero l'utilizzo da parte di tutti della rete pedonale, piuttosto che usare quella stradale. In secondo luogo, resta da verificare se i comportamenti degli agenti tradotti in comportamenti siano effettivamente simili al contesto reale. Pertanto, questi strumenti sono stati progettati per identificare la pedonalità esistente di una determinata area (indice di camminabilità) e per esaminare come queste aree possano essere manipolate modificando il bacino calpestabile.

4.6.2 Sistema economico

L'aspetto economico è alla base dello sviluppo sostenibile perché è indicatore di un sistema capace di generare una crescita duratura degli indicatori economici, quali ricchezza e lavoro, e interessa tanto i grandi gruppi politici quanto i singoli cittadini.

I principali indicatori economici riguardano la capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento della popolazione residente e di accoglierne di nuove combinando efficacemente le risorse al fine di valorizzare la specificità dei prodotti e dei servizi territoriali. Al di là dell'aspetto più intrinseco al capitale economico, questo sistema include tutto un discorso sulle risorse della terra che non devono essere consumate più velocemente di quanto la natura riesca a rinnovarle.

I benefici di un utilizzo consapevole e di tecnologie conformi sono il risultato di ecosistemi fiorenti e di comunità prospere. Un'economia sostenibile si basa su principi etici, innovazione, investimento e naturalmente su una solida base finanziaria usando le risorse disponibile a nostro miglior vantaggio. L'idea di un ecodistretto in tal senso è quella di promuovere l'utilizzo di risorse efficientemente e in modo responsabile così da produrre vantaggi sul lungo termine e fornire un profitto. I parametri economici predisposti per San Salvario sono quindi i seguenti:

- Performance finanziarie
- Compensazioni occupazionali, anche rispetto ai contributi della comunità
- Valore di mercato più alto, quindi ricavi di vendita maggiori (vedi sez. "Identità del luogo e qualità architettonica")

- **Performance finanziarie e compensazioni occupazionali**

La disoccupazione è diventato oggi un problema sociale, psicologico ed economico significativo, anche nelle ricche economie occidentali. Alcuni studi di ricerca indicano che le persone che non hanno un lavoro fisso hanno spesso problemi di salute e problemi sociale che portano loro ad autoescludersi dalla società (Machin, Manning, 1998). Gli studi empirici sottolineano che l'effettivo reinserimento dei disoccupati di lungo periodo è una sfida che va risolta nel breve, anche perché le ripercussioni incidono anche sull'andamento e sull'immagine della città (Wozniak, 2016). Al rilancio dell'economia della città ne consegue una rivitalizzazione della stessa e una qualità della vita migliore per i cittadini. Come risultato delle problematiche di carattere economico, hanno preso avvio programmi attivi del mercato del lavoro orientati alla gioventù, ai disabili e ai disoccupati con a carico una famiglia. La significativa crescita dei programmi e la persistenza della disoccupazione implicano entrambi un aumento delle spese e portano con sé il bisogno di una valutazione affidabile e innovativa per una nuova strategia sociale. La ricerca bibliografica ha messo in luce come questo tema, mai come in questi anni, sia tra le priorità di ogni Paese.

4.6.2.1 Applicazioni teoriche ABM: compensazioni occupazionali

Sono stati costruiti molti modelli di ricerca per esaminare l'impatto dell'occupazione sovvenzionata, basati sull'eterogeneità dei disoccupati rispetto al livello di abilità e eterogeneità delle imprese, calibrando i parametri con dati empirici, simulazioni numeriche ed esperimenti per diversi scenari del mercato del lavoro (Wozniak, 2016). Altri ricercatori si occupano di posti di lavoro qualificati e non qualificati, nonché dei lavoratori altamente e meno istruiti, altri ancora hanno esaminato l'impatto delle politiche di consulenza sul tasso di disoccupazione in equilibrio e durante il periodo di transizione (Wozniak, 2016). È chiaro dunque come tale sistema interessi tanto l'amministrazione della città, quanto i cittadini, dai giovani appena entrati nel mondo del lavoro ai più grandi.

OBIETTIVO: Occupazione
AGENTE: Cittadinanza
VARIABILI DEGLI AGENTI: Ubicazione dell'abitazione rispetto al posto di lavoro, grado di istruzione, competenze, interessi (scelta del settore economico), bisogno (giovani in cerca di lavoro e disoccupati di lunga durata)
AMBIENTE: Quartiere San Salvario e città di Torino
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Salario, settore economico

Il modello di ricerca del mercato del lavoro basato su agenti, con agenti eterogenei, sviluppa una ricerca sui posti di lavoro, concentrandosi sui disoccupati di lunga durata e altri candidati in cerca di lavoro per i posti vacanti, che differiscono nelle richieste di competenze e nel settore dell'economia all'interno del quartiere.

Le agenzie, in questo caso rappresentate dall'osservatore, aiutano entrambi i tipi di disoccupati a trovare il lavoro adeguato migliorando la propria efficacia della ricerca e condivisione di annunci di lavoro. I risultati mostrano se i programmi attivi sono efficaci, considerando il livello di salari minimi, la durata della disoccupazione e la domanda di competenze. Vanno poi rilevati i forti effetti incrociati: i programmi rivolti a un gruppo di persone in cerca di lavoro incidono su altre persone in cerca di lavoro e su tutta l'economia. Questo impatto a volte è positivo, altre è negativo. Il modello sviluppato per questo sistema è un modello basato sulla ricerca e corrispondenza con competenze e posti di lavoro all'interno del quartiere, parametro importante nella valutazione di un ecodistretto. Gli agenti in questo caso potrebbero essere divisi due gruppi: giovani in cerca di lavoro e disoccupati di lunga durata, talvolta con maggiore esperienza. È importante definire il numero di partecipanti residenti, con un massimo determinato. All'interno della simulazione, seppure non sempre come agenti, compaiono in totale quattro tipi di entità dell'economia: imprese, persone in cerca di lavoro, posti vacanti e agenzie di collocamento.

Le imprese possono creare posti vacanti, la cui distribuzione nei vari settori è casuale. I posti vacanti differiscono rispetto a requisiti di abilità e salari

offerti: maggiore è il fabbisogno di competenze, più alta è l'offerta di salario. I disoccupati possono cercare lavoro nei settori generali in base alle preferenze individuali, determinate rispetto a studi condotti, interessi, capacità, che rappresentano le qualifiche. La perdita di "capacità" aumenta proporzionalmente alla durata della disoccupazione, viceversa i lavoratori possono migliorare le loro qualifiche grazie alla formazione e all'acquisizione di esperienza professionale. Per rendere più realistica la simulazione, se i lavoratori cercano senza successo, possono cambiare le loro preferenze di lavoro ogni periodo di tempo definito: questo cambiamento si basa sull'identificazione del mercato del lavoro come esigenza. Gli agenti vengono quindi posizionati in modo casuale, la posizione iniziale determina le possibilità di trovare un potenziale partner commerciale, in quanto chi cerca ha più facile accesso ai posti vicini. Se ci sono molte ditte nel quartiere o molte offerte di lavoro per nuove attività o attività che hanno bisogno di maggiore manodopera, la probabilità di trovare un posto libero adeguato è più alta.

Misurazione della produttività

La produzione è il risultato della produttività individuale del disoccupato e la produttività del posto vacante. In generale, i disoccupati altamente qualificati che rispondono alle necessità delle offerte di lavoro, hanno un'alta domanda di competenze e sono quindi più produttivi; tuttavia, le eccezioni a questa regola sono possibili perché la produttività individuale è un numero casuale tratto dalla distribuzione normale. La produzione segue il processo della forma generale (Wozniak, 2016):

$$\left[x_t\, p_t = \varnothing\, x_t\, p_t - 1 + ç_t \right]$$

dove

- x_t è la produttività del posto vacante
- p_t è la produttività del disoccupato
- $\varnothing$ è il tasso di crescita
- ç è rumore bianco.

Il numero iniziale di agenti richiesti dalle aziende va definito, così come il numero di partecipanti in modo da analizzare come i valori varino in base ai programmi promossi dalla città. Ogni impresa distribuisce offerte di lavoro rispetto al proprio settore, salari e richiede determinati requisiti di abilità. Il numero di posti vacanti può essere definito in modo casuale o sulla base di dati forniti dal Comune. Nel primo caso, ciascuna impresa può avere un massimo di x e un minimo di y posti di ciascun tipo. Inoltre, il livello di abilità individuale del disoccupato evolve nel tempo, durante il quale le aziende prendono decisioni sulla creazione di posti vacanti in più o in meno rispetto ai bisogni del mercato locale e al potenziale profitto che possono ricavarne. Il numero minimo di posti vacanti non è specificato. Per un'economia modellata con n settori generali e due gruppi di persone in cerca di lavoro, ne viene che il numero di posti in un dato momento è il risultato del comportamento di tutte le persone in cerca di lavoro rispetto ai posti vacanti. Dal punto di vista dell'impresa, due sono gli aspetti da considerare: la durata della disoccupazione (maggiore è la durata, minore

è il numero di posti a disposizione) e la partecipazione a un programma. Le ipotesi sono compatibili con la teoria della ricerca, in cui l'intensità della ricerca cade nel tempo (Shimmer, 2004) e i programmi di assistenza per la ricerca di lavoro migliorano l'intensità della ricerca (Wozniak, 2016). In altre parole: quando i disoccupati cercano un lavoro senza successo, la loro motivazione scende e loro cercano con intensità più bassa un lavoro (Wozniak, 2016). D'altra parte, se i disoccupati partecipano a un programma di assistenza acquisiscono una certa conoscenza del mercato del lavoro e dei metodi di ricerca, quindi aumenta anche l'intensità della ricerca.

Raccolta dati e analisi

Chi cerca lavoro prima visita una determinata azienda con il tipo di posto vacante preferito, poi considera se vuole continuare la ricerca di migliori condizioni di lavoro in un'altra azienda o accettare la corrente proposta di lavoro. Se poi trova un guadagno futuro migliore di quello corrente, può interrompere il contratto. Considerando un disoccupato che vuole massimizzare i suoi guadagni, questo considera i suoi futuri pagamenti dati dal guadagno dall'accettare l'attuale offerta di lavoro e il potenziale guadagno rifiutando l'offerta e campionandone una nuova. Vale la pena considerare poi che il disoccupato ha benefici in termini di tempo libero e di non stress. Dall'altra parte, il datore di lavoro deve sostenere i costi di assunzione del lavoratore e confronta il guadagno con il riempimento del posto vacante, la retribuzione individuale, in base alle qualifiche, di un candidato in cerca di lavoro di ogni tipo che riceve quando è assunto in un dato posto vacante per ogni tipo. Il meccanismo standard della determinazione del salario avviene attraverso la soluzione di contrattazione. Il calcolo di creazione del lavoro inizia quando le aziende calcolano il tempo potenziale necessario per riempire il posto vacante, quindi l'azienda esegue la scansione del quartiere alla ricerca di persone in cerca di lavoro e calcola il massimo profitto dal riempimento del nuovo posto vacante nel periodo successivo. Se il profitto è maggiore o uguale ai costi previsti, l'impresa crea un nuovo posto vacante.

Vanno poi definiti dei criteri di calibrazione, che potrebbero essere: criterio di densità di disoccupazione, criterio di fluttuazione delle tolleranze, criterio di disoccupazione a lungo termine. Un'altra caratteristica ambigua sono i poteri contrattuali dei lavoratori, valore che non è supportato da fatti empirici. L'ultima variabile è la portata dei sussidi di disoccupazione, che dipende dalla durata della disoccupazione, dai guadagni precedenti e dallo stato civile e familiare.

Definito il numero di partecipanti, la scelta di una posizione di ognuno di essi dipende dalle preferenze individuali, dal livello di abilità e dalla distanza da percorrere. Ogni agente deve decidere come spendere le unità di ricerca di lavoro: può vagare cercando un posto vacante o visitare un'agenzia di collocamento. Ogni cercatore di lavoro ha il proprio *curriculum*, che contiene informazioni sul livello di produttività individuale, sulle preferenze lavorative,

sul livello di abilità, sull'occupazione e durata della disoccupazione. Il *curriculum* viene aggiornato ogni periodo. Quando un disoccupato cerca un lavoro per più di un anno, diventa disoccupato a lungo termine, di conseguenza ci saranno datori di lavoro che rifiuteranno le sue offerte. Il numero di persone in cerca di lavoro va impostato all'inizio sulla base di ricerche e interviste. Trovata la persona più adatta a ricoprire la corrispondenza vacante, viene negoziato un salario e il tasso di occupazione aumenta.

4.6.3 Sistema ambientale

Dopo il sistema sociale, definito come la capacità di garantire condizioni di benessere umano (sicurezza, identità, accessibilità) equamente distribuite per classi e per genere all'interno di un sistema territoriale, e il sistema economico, relativo la capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento delle popolazioni, l'ultimo sistema analizzato per la rigenerazione del quartiere San Salvario è il sistema ambientale, definito dalla capacità di preservare nel tempo la funzione di fornitore di risorse, di ricettore di rifiuti e di fonte diretta di utilità.

Quando si parla di sistema ambientale negli ecodistretti, si intende la capacità di valorizzare l'ambiente in quanto elemento distintivo del territorio, garantendone la tutela, il rispetto e il rinnovamento delle risorse naturali e del patrimonio. Al di là degli aspetti relativi il sistema ambiente naturale, gli indicatori appartenenti a quest'ultimo gruppo riguardano anche edifici e strade, in quanto, come già detto nella Parte 1 (sez. "Ecodistricts"), le aree urbane e in particolare gli elementi antropici, sono causa di oltre il 70% delle emissioni globali di carbonio e quasi il 70% del consumo mondiale di energia: garantire risparmio energetico e dei materiali grazie ai miglioramenti nella forma urbana e nella progettazione di edifici pone rimedio a queste tematiche. I parametri ambientali definiti per San Salvario sono quindi:

- Fonti rinnovabili
- Efficientamento degli edifici
- Illuminazione urbana
- Gestione dell'acqua
- Verde
- Gestione dei rifiuti

Trattandosi di questioni più complesse e specifiche rispetto a quelle dei due sistemi descritti precedentemente, segue una breve descrizione e discussione di ogni tecnologia per parametro senza approfondire aspetti tecnici, ma utile a comprendere effettivamente vantaggi e svantaggi di ognuna di esse e apprendere quale sia la strada migliore da intraprendere.

- **Fonti rinnovabili**

Risorse come petrolio, carbone e metano non sono illimitate, si ipotizza il loro esaurimento in tempistiche piuttosto brevi. A questo limite si aggiunge la problematica relativa al conseguente inquinamento causato dall'utilizzo di queste fonti. Per tali motivi sono state sperimentate e ormai si utilizzano fonti di energia rinnovabile, sicuramente molto meno dannose per l'ambiente e che talvolta anche dal punto di

vista economico presentano vantaggi, soprattutto se utilizzate su larga scala. Ognuna di queste presenta vantaggi legati all'ambiente, ma inevitabilmente vi sono anche svantaggi legati a vari aspetti, tra i quali quello economico in particolare. Sulla base della geografia di Torino, le energie rinnovabili utilizzabili sono: l'energia solare, quella geotermica, eolica, da biomasse e quella proveniente dai rifiuti urbani. La trasformazione di energia solare in calore e in energia elettrica è uno dei sistemi più in uso e si basa sull'utilizzo di due tipi di tecnologie: pannelli solari per la produzione di acqua calda; pannelli fotovoltaici o specchi solari a concentrazione (o termodinamici) per la produzione di energia elettrica. L'utilizzo di queste tecnologie è in forte crescita in Italia, soprattutto grazie agli incentivi e alle varie leggi approvate che, tra le altre cose, consentono a chi installa apparecchi di vendere l'energia in eccesso. Il limite di questi sistemi riguarda il fatto che l'energia solare è una fonte discontinua, quindi è fondamentale l'utilizzo di accumulatori, e che gli impianti solari sono ancora piuttosto costosi rispetto alle grandi aree da coprire. L'energia geotermica invece sfrutta il calore che viene dal sottosuolo per produrre elettricità. Il vantaggio di questa fonte di energia è chiaramente l'inesauribilità, il basso grado di inquinamento e l'aspetto economico, tuttavia va considerato che soltanto alcune zone ne consentono l'utilizzo. L'impianto eolico si basa invece sullo sfruttamento del vento per produrre forza motrice. La fonte principale ha il vantaggio di essere gratuita, inesauribile e non inquinante, ma anche in questo caso solo alcune località sono adatte all'utilizzo, senza considerare che si tratta di impianti ancora molto costosi, che necessitano di ampie superfici. Per biomassa invece s'intende l'insieme dei materiali organici, utilizzabili come combustibili o trasformabili in biogas. Nella categoria rientrano anche i cosiddetti biocarburanti, cioè carburanti ottenuti da alcuni vegetali, come la soia, il grano, il mais, la bietola e la canna da zucchero, dai quali si ricavano combustibili come il bioetanolo, il biodiesel o il biometanolo. Le biomasse costituiscono, in termini di energia, una delle maggiori risorse rinnovabili disponibili. La problematica principale per la produzione di biocarburanti riguarda il fatto che tale processo comporta la destinazione di vaste aree agricole alla coltivazione dei vegetali impiegati per ottenerli. Dato che la superficie coltivabile è una risorsa scarsa, ciò rischia di far lievitare i prezzi dei terreni e di impoverire i piccoli agricoltori a favore delle grandi aziende multinazionali che fanno incetta di suoli. Infine, vi è l'energia ottenuta dallo smaltimento dei rifiuti urbani mediante incenerimento. Questa combustione può fornire energia elettrica e anche calore. In Italia, purtroppo, la maggior parte dei rifiuti finisce ancora nelle discariche. In questo caso, va valutato attentamente l'impatto inquinante dei gas che si generano con la combustione. È per questa ragione che le resistenze sono ancora forti nei confronti di questa tecnologia e si preferisce riciclare attraverso la raccolta differenziata, diminuendo in questo modo la quantità di rifiuti da inviare sia in discarica sia agli inceneritori. In tale panorama, le strade da percorrere sembrano quindi essere principalmente due: incrementare l'impegno a ricercare, produrre e distribuire nuove fonti di energie rinnova-

bili in condizioni di assoluta sicurezza e rispetto per l'ambiente; ridurre i consumi di energia, eliminandone innanzitutto gli sprechi.

Efficientamento degli edifici

L'intervento di efficienza energetica di un edificio storico deve bilanciare le esigenze di miglioramento prestazionale, in termini di consumo e di aumento di comfort ambientale e sicurezza, e di conservazione, mirando a valorizzare le caratteristiche dell'immobile e la concezione energetica e ambientale originaria. L'approccio di valorizzazione conservativa del patrimonio storico si basa sulla consapevolezza che l'azione conservativa non si limita alla progettazione dell'edificio, ma reclama l'aggiornamento e l'adeguamento delle prestazioni nel tempo. I sistemi di retrofit per garantire l'efficientamento energetico sono riassumibili in tre interventi: minimizzazione delle perdite attraverso le superfici opache; miglioramento delle prestazioni dei serramenti; impianti termici ed elettrici efficienti basati su sistemi di produzione dell'energia dalle fonti rinnovabili. Il primo sistema riguarda l'applicazione di isolamento interno o esterno. Si tratta di una pratica difficilmente realizzabile nel caso di pareti storiche, in quanto l'applicazione ne modifica inevitabilmente l'immagine e la consistenza materica, risultando in alcuni casi anche proprio incompatibile con la parete originaria. In linea generale, questa tecnica conviene per il contenimento di consumi energetici nella stagione invernale, l'eliminazione dei ponti termici e dei rischi di condensa. L'isolamento interno, pur essendo più facilmente applicabile, garantisce benefici energetici inferiori. In un quartiere storico come quello di San Salvario, in cui sono presenti edifici tutelati e in generale predispone regole ben precise sull'aspetto dei fronti, è preferibile optare per l'isolamento interno utilizzando materiali che garantiscano elevate prestazioni in spessori ridotti, come l'aerogel o le vernici nanopolimeriche. La seconda tecnica, meno compromettente sull'immagine degli edifici storici, concerne la sostituzione di serramenti e schermature, che incidono consistentemente sulle prestazioni termofisiche e sulla protezione solare. Le possibilità di intervento comprendono: la sostituzione del vetro, l'applicazione di pellicole basso emissive, la sostituzione totale del serramento degradato, l'inserimento di tende o scuri, la riparazione di guarnizioni e sigillature. Tra le combinazioni e le alternative possibili, nel caso esaminato è da evitare la sostituzione dei serramenti originari, in quanto i nuovi con telai in materiali contemporanei stravolgerebbero l'immagine della facciata. Infine, l'ultima tipologia di intervento concerne le soluzioni tecnologiche per gli impianti, in particolare quelli di riscaldamento e di raffrescamento, che devono rispondere a criteri efficienza e sostenibilità. In questo caso non si andrà nel dettaglio delle tipologie di caldaie o condizionatori, quello che è importante apprendere è che dall'efficienza di un impianto dipende il consumo e la tipologia di combustile, influisce quindi sull'inquinamento e sui costi in bolletta.

Illuminazione urbana

Nella visione della *smart city* e dell'*ecodistrict* molte città stanno sperimentando nuovi sistemi di

illuminazione per minimizzare i costi, i consumi e la manutenzione. LED e pali connessi stanno sostituendo vecchi e inefficienti sistemi di illuminazione pubblica con progetti che nel giro di quattro o cinque anni ammortizzano i loro costi. I Piani d'azione per la sostenibilità ambientale oggi includono anche i consumi e l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica. I Criteri Ambientali Minimi (CAM) si applicano ai servizi relativi l'illuminazione pubblica, ponendo attenzione alla gestione dell'impianto di illuminazione, alla fornitura di energia elettrica, agli interventi di riqualificazione dell'impianto. Anche in questo caso non si entrerà nel merito delle varie tipologie di fonti luminose, ma va tenuto conto che a Torino è in vigore il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale, che pone precise prescrizioni riguardo la scelta delle tipologie di apparecchi, affinchè esse siano omogenee rispetto all'area di intervento.

■ Gestione dell'acqua

La gestione delle acque consiste nel riutilizzo dell'acqua piovana per coprire una percentuale, quanto più grossa possibile, del fabbisogno idrico domestico. I vantaggi economici ricavati da una gestione sostenibile sarebbero notevoli. L'acqua piovana, raccolta in sistemi, all'interno delle corti torinesi o sulle coperture, e filtrata, può essere utilizzata per i diversi usi secondari irrigui e domestici. Ovviamente, un impianto simile deve essere ben studiato e progettato, sia da un punto di vista funzionale che di impatto visivo. Anche per quanto riguarda il costo, si tratta di un valore che verrebbe presto ammortizzato dal risparmio sui costi di smaltimento e di depurazione delle acque che riguardano l'acquedotto.

■ Verde

Sviluppare una strategia del verde urbano riveste un ruolo fondamentale nel processo di rigenerazione. L'approccio mira a fissare criteri e linee guida per la promozione di aree e viali verdi, di giardini verticali e la riduzione di superfici asfaltate. Le azioni strategiche per sviluppare una *policy* idonea, in cui la partecipazione e il coinvolgimento dei cittadini è fondamentale tanto quanto l'operato delle amministrazioni comunali, aspirano alla realizzazione di veri e propri piani ecosistemici, in cui l'incremento di coperture verdi, la tutela della biodiversità, in cui prevalgono specie vegetali autoctone, l'integrazione delle rete di infrastrutture verdi con la mobilità urbana e l'educazione dei più giovani al rispetto della natura, supportano vantaggi di ordine non solo ambientale, ma anche sociale ed economico.

■ Gestione dei rifiuti

Ultimo criterio ambientale nel processo di trasformazione riguarda la gestione dei rifiuti. Sebbene le politiche "rifiuti zero", che si pongono l'obiettivo di recuperare o riciclare la totalità di rifiuti prodotti, siano ancora realtà utopiche, l'approccio ha spinto comunque molte città ad incrementare le iniziative di raccolta differenziata per massimizzare il riciclaggio, dando buoni risultati. La vera problematica piuttosto riguarda tutti quei rifiuti non riciclabili o pericolosi, per i quali è necessario trovare un'alternativa. Nel settembre 2017 è iniziata la campagna per l'avvio della raccolta differenziata porta a porta anche nel

quartiere San Salvario di Torino. L'area interessata dalle nuove attivazioni è delimitata da corso Vittorio Emanuele II, fiume Po, corso Bramante, tracciato della ferrovia che fa da confine tra le Circoscrizioni 1 e 8, corso Marconi e corso Massimo d'Azeglio. Lo smaltimento dei rifiuti urbani è un vero e proprio percorso integrato che, attraverso la riduzione all'origine dei rifiuti, il riuso e il riciclo, consente di ottenere vantaggi e benefici sia in termini di energia che di materia. Oggi sono presenti vari sistemi di smaltimento, dalla termovalorizzazione, che riutilizza il combustibile derivato dai rifiuti sotto forma di energia, al trattamento meccanico biologico, considerato come alternativa "verde". Sebbene alcuni di questi sistemi abbiano beneficiato di incentivi statali sulla vendita, i costi a carico della collettività sono piuttosto onerosi e in alcuni non vengono neanche prodotte effettivamente soluzioni utili al problema ecologico che si vuole affrontare. Sotto il profilo ambientale infatti alcune tecnologie presentano forti inefficienze. Una problematica diffusa di questi impianti riguarda poi le grandi dimensioni che essi occupano. Altro limite spesso concerne il fatto che quanto prodotto dai processi non è sempre riutilizzabile, pena il rischio di possibili contaminazioni ambientali. A completamento di tutto ciò è bene non sottovalutare la produzione di fumi inquinanti e gli sgradevoli odori emanati. Ogni tecnologia dunque presenta svantaggi, talvolta relativi al costo, altre allo spazio fisico, all'ambiente o alla salute. I sistemi stanno comunque progredendo, ma le prove sono ancora esigue e insufficienti.

4.6.3.1 Applicazioni teoriche ABM: verde e fonti rinnovabili

La pressione esercitata sulla necessità di spazi verdi vicino o all'interno della città è significativa e fa capire come essi siano destinati a crescere ancora di più. Queste aree sono sempre di più riconosciute come componenti fondamentali della città, in quanto forniscono importanti vantaggi ambientali e servizi sociali. È di primaria importanza quindi che pianificatori e progettisti prevedano la massimizzazione di queste aree dato il loro impatto, i benefici e l'attrattività conformi con uno sviluppo urbano sostenibile. Tuttavia, per comprendere appieno le interazioni di complessi fenomeni coinvolti ed essere in grado di occuparsi di un gran numero di vincoli ambientali e socio-economici, gli scienziati hanno bisogno di metodi ecologicamente significativi che possono essere applicati alla valutazione (Vallejo, Verena, Corne, non datato). I modelli ABM consentono di esplorare ed estrapolare le dinamiche del sistema per dedurre le tendenze future o anche capire la natura dei processi al suo interno.

Nel caso concreto dell'assegnazione dello spazio verde, la letteratura esistente copre una gamma specifica di problemi, come la protezione e il restauro di preziose e degradate aree, la definizione di corridoi ecologici e molto altro ancora (Vallejo, Verena, Corne, non datato). In questi studi, i dati sono normalmente raccolti da sondaggi in loco, osservazioni e dalle conoscenze degli esperti. Il conflitto sull'uso del suolo potrebbe inoltre provocare una

fornitura scarsa di servizi verdi necessari per gli abitanti di una città (Vallejo, Verena, Corne, non datato). Lo studio quindi ha lo scopo di analizzare i fattori che possono impedire alle persone locali di visitare i parchi situati nelle loro vicinanze, definendo una serie di scenari predefiniti all'interno di un quadro che tiene conto di più obiettivi. I cittadini sono chiamati ad essere unico agente per rappresentare diversi profili di popolazione secondo invecchiamento, genere, struttura coniugale e fattori socio-economici. Ognuno di questi gruppi dovrebbe interagire con l'insieme delle aree verdi in modo diverso. I risultati e le conclusioni raccolte sosterranno esperti, pianificatori e decisori per capire meglio le numerose situazioni in cui le persone possono diminuire la frequenza di visita dei parchi in collegamento con una diminuzione del livello di servizio che i parchi offrono.

Allocazione del verde

OBIETTIVO: Pianificazione dello spazio aperto esistente sulla base della domanda e ricerca della più efficiente strategia di allocazione verde
AGENTE: Cittadinanza
VARIABILI DEGLI AGENTI: Sesso, età, composizione della famiglia, stato socio-economico
AMBIENTE: Quartiere San Salvario
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Costi, affollamento, dimensioni, distribuzione, design

Le tematiche proponibili nel quartiere San Salvario potrebbero essere di due tipi: l'analisi dei fattori che influenzano negativamente la frequenza del Parco del Valentino e lo studio della posizione più adatta per la creazione di nuovi corridoi ecologici, che rallentino le aree traffico creando zone solamente pedonali. L'analisi permette di catturare e comprendere le sinergie e i conflitti più rilevanti creati dalle interazioni con altre dinamiche come il degrado ambientale e tutto ciò che concerne la popolazione stessa, come la crescita demografica (Vallejo, Verena, Corne, non datato). In secondo luogo, è interessante anche raggruppare i visitatori dei parchi secondo diversi interessi e caratteristiche personali utilizzando lo stesso approccio. L'ABM è una tecnica particolarmente adatta per lo studio socio-economico e per lo studio di tendenze ambientali basate su eterogenee interazioni individuali. Il problema vero riguarda dunque la pianificazione dello spazio aperto dal punto di vista della domanda e la ricerca della più efficiente strategia di allocazione verde come risposta al sociale.

Raccolta dati

La distanza dal parco all'abitazione è considerata il principale fattore che influenza la frequenza delle visite e delle attività intraprese nei parchi, solo una piccola percentuale di utenti prende qualsiasi mezzo di trasporto per accedervi, di conseguenza i parchi a breve distanza sono visitati più spesso dei grandi parchi lontani (Vallejo, Verena, Corne, non datato). Un'analisi di suddivisione in zone può essere utilizzata per creare una classifica delle alternative di localizzazione in base al loro potere attrattivo. Il processo include la conduzione di un'idoneità territoriale attraverso un'analisi basata su più criteri misurabili e la selezione dei siti adatti. I principali agenti della

simulazione in questo caso sono i segmenti di popolazione, a loro volta suddivisi per sesso, età, composizione della famiglia e stato socio-economico, sulla base dei quali si comprendono le differenze nel modo in cui usano e percepiscono le aree verdi. Questo di fatto rende molto impegnativo trovare una politica unificata che raggiunga un completo adempimento di queste esigenze diversificate. Ad esempio, si può menzionare che gli anziani mostrano una frequenza di utilizzo più bassa a causa della mobilità personale, problemi di salute e sicurezza, i bambini hanno bisogni più elevati di aree aperte per giocare e di interazione sociale soprattutto quando vivono in città. Sulla base di tale premessa, il principale interesse è lo studio di alcuni fattori, usando un modello ABM, utile a comprendere meglio le percezioni individuali che influenzano direttamente la frequenza di utilizzo di questi spazi aperti. Questa conoscenza può contribuire fermamente alla progettazione di politiche verdi più complete che aumentano la soddisfazione di un numero maggiore di residenti. I fattori che potrebbero scoraggiare le persone a visitare i parchi e le loro interconnessioni sono i seguenti (Vallejo, Verena, Corne, non datato):

- Affollamento
  Le aree verdi, soprattutto in città, sono spesso soggette a una domanda tanto elevata da creare fenomeni di affollamento. La domanda è tanto alta quanto alti sono il tenore di vita medio e la consapevolezza sempre più ambientale sulla società (Vallejo, Verena, Corne, non datato). Tuttavia, la percezione di affollamento è un concetto soggettivo che può essere percepito quando l'area è molto congestionata dall'suo pedonale e veicolare, dipende dai profili utenti specifici per i quali la percezione di folla può essere diversa. Ad esempio, gli utenti sentono la saturazione tanto più intensamente quando confrontano la loro visita attuale con le esperienze passate e quando usano l'area più frequentemente (Vallejo, Verena, Corne, non datato). Questi visitatori locali possono percepire la saturazione come un fattore che diminuisce la loro qualità di vita.

- Dimensioni e distribuzione
  La dimensione è un fattore importante da tenere in considerazione quando vengono analizzati i modelli di utilizzo delle aree verdi, considerando che i parchi più grandi sono in grado di supportare una gamma più ampia di attività, di conseguenza questo fattore aumenta la loro attrattività. Esistono studi che collegano il concetto di distanza con quello di dimensione, tanto che è stata creata una classificazione relativa al tipo di area verde, dimensione e distanza (Vallejo, Verena, Corne, non datato). Le indicazioni circa la vicinanza degli edifici residenziali agli spazi verdi vengono anche indicati dalla Commissione Europea. Un altro aspetto importante da considerare è la distribuzione di queste aree all'interno della città, in quanto è piuttosto comune trovare casi in cui i parchi non sono omogeneamente distribuiti.

- Design
  Il design è un altro elemento importante che in-

fluenza la frequenza di utilizzo delle aree verdi e contribuisce al miglioramento di salute e benessere. Gli utenti percorrono importanti distanze per visitare una certa area verde, se ha le caratteristiche desiderate. Comunemente, le dimensioni e il design sono concetti collegati insieme per il fatto che i parchi più grandi consentono di avere non solo una più ampia offerta di servizi, ma anche un design più interessante e accattivante (Vallejo, Verena, Corne, non datato). Tuttavia, problemi come le barriere fisiche, le strutture inadeguate a interagire con il parco (sentieri), la mancanza di un adeguato trasporto, la scarsa accessibilità o le attività insostenibili possono scoraggiare alcune persone ad usare questi parchi.

Analisi

L'ambiente è rappresentato come un reticolo di celle omogenee, diviso in residenziale, nuovo e vecchio, ricreativo e sottosviluppato, aree verdi e strade e marciapiedi percorribili. Il modello è in grado di generare il quartiere in tutte le sue caratteristiche e proprietà se integrato con il GIS, in cui la popolazione residente rappresenta gli agenti, le cui interazioni economiche sono la base per le scelte successive. Gli agenti cercano la massimizzazione dell'utilità nel perseguimento e un equilibrio economico competitivo, che tiene conto della variazione dei costi abitativi e comunitari conseguenti alla trasformazione del modello urbano. Come ulteriore esternalità il modello include la tendenza positiva a vivere vicino alle aree verdi, esternalità per cui gli agenti sono disposti a pagare di più per questo tipo di abitazioni. La selezione di spazi verdi viene eseguita in modo sequenziale ed è limitata dalla configurazione del sistema in termini di budget e disponibilità di terra (Vallejo, Verena, Corne, non datato). Ogni possibile sottoinsieme di celle selezionate ha associato un valore di attrattività che quantifica la soddisfazione degli abitanti. Questa soddisfazione è calcolata solo dalla quantità di aree verdi situate più vicino a loro, misurate in termini di distanza.

Le estensioni proposte del modello possono essere delineate nei seguenti punti:

- definizione dei diversi profili dell'agente: ad ogni profilo verranno assegnate motivazioni predefinite e modelli diversi d'uso, le varie tipologie saranno basate su dati raccolti da studi quantitativi pubblicati nella letteratura associata o interviste
- arricchimento della caratterizzazione dei pacchi verdi, permettendo l'esistenza di parchi più grandi di una singola cella
- definizione di regole che permettono di far decidere a ciascuno agente che parchi visiterebbero e con quale frequenza; usando la popolazione risultante, la densità e la dimensione di ogni parco, saranno i concetti di affollamento, dimensione, distribuzione e design che diminuiranno il livello di soddisfazione della popolazione colpita
- creazione di alcuni scenari in cui la diffusione finale dei parchi non è attribuita alla distribuzione omogena, ma a come la popolazione potrebbe far fronte ad aree verdi affollate o alla mancanza di prestazioni; in ogni scenario, il modello sarà ottimizzato usando caratteristiche che compren-

dono la minimizzazione di costi economici, la massimizzazione della soddisfazione della popolazione e la protezione delle più alte aree a valore ecologico.

La città di Torino è stata soggetta a politiche nazionali per garantire una maggiore sostenibilità della città: protezione dei corridoi ecologici e delle aree verdi esistenti e promozione di tecnologie rinnovabili. Tuttavia, la transizione prevista è danneggiata da una ambigua conoscenza di base sulle interrelazioni tra uomo e ambiente. La mancanza di dati empirici su alcuni aspetti determinano grandi difficoltà per la valutazione dell'impatto delle politiche. L'analisi degli stakeholders mostra diversi interessi e aspettative contrastanti. Le politiche che risolvono questi conflitti di valore devono essere oggetto di interpretazione e applicazione alla luce delle esigenze e delle priorità degli stakeholders. Non c'è dubbio che le sole informazioni scientifiche non possono fornire tutte le risposte alle domande degli stakeholders in quanto la scienza è necessariamente silenziosa su alcune questioni (Le, Park, Vlek, 2010). Gli strumenti scientifici e le informazioni quindi sono molto utili per aiutare le persone a sviluppare opinioni e a comprendere e valutare le conseguenze delle azioni, creando così una base di discussione per raggiungere il consenso. In conclusione, va considerato che se in questo caso gli aspetti principalmente analizzati sono di carattere economico e sociale, modificando il punto di vista e quindi gli agenti chiamati alla valutazione da cittadini alla pubblica amministrazione, questo farebbe emergere aspetti diversi, anche di carattere ambientale, che andrebbero tuttavia a complessificare eccessivamente il modello negando il raggiungimento di un certo grado di credibilità per via di una quantità eccessiva di parametri soggettivi fisici e non da considerare.

Il mercato dei pannelli fotovoltaici e solari ha subito una forte crescita nell'ultimo decennio, questo in parte grazie ai programmi di incentivi del governo, che hanno effettivamente ridotto il costo dei sistemi. Le simulazioni che seguono, divise per obiettivo, potrebbero diventare una risorsa preziosa per i responsabili alla ricerca di politiche più efficienti per promuovere queste tecnologie. Anche in questo caso è evidente come i processi decisionali umani siano essenzialmente dinamici e non deterministici, in più gli effetti di rete rendono le decisioni dei consumatori più difficili da anticipare. Per finire, le variabili ambientali cambiano nel tempo, rendendo le previsioni ancora più complesse. L'approccio alla modellizzazione da utilizzare nei casi di installazione e diffusione di impianti è quella del *machine learning* che consente di apprendere modelli affidabili dai dati reali, su modelli di regressione, che definiscono la probabilità condizionale di adozione per individui, date le loro osservazioni su un certo insieme di attributi (Zhang, Vorobeychik, Letchford, 2014). Anche in questo caso vanno considerate alcune criticità, in quanto il processo di formazione non è diretto, poiché i non adottanti nei dati hanno meno attributi espliciti rispetto agli adottanti, pertanto, andrebbero comunque applicate alcune stime di queste variabili sconosciute (Zhang, Vorobeychik, Letchford, 2014). Inoltre, l'accoppiamento di queste simulazioni ABM con il GIS consente una maggiore precisione nella previsione dell'adozione di sistemi fotovoltaici risolti nello spazio, in quanto fornisce dettagli socio-demografici, micro-comportamentali e contestuali, come i dati di consumo elettrico (Zhang, Vorobeychik, Letchford, 2014).

Pannelli fotovoltaici nel residenziale

OBIETTIVO: Distribuzione dei pannelli fotovoltaici nel residenziale
AGENTE: Cittadinanza
VARIABILI DEGLI AGENTI: Dimensioni della proprietà, uso del suolo, consumo elettrico individuale
AMBIENTE: Quartiere San Salvario
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Dati e caratteristiche tecniche dei sistemi fotovoltaici da installare, valori domestici, tassi di utenza, generazione di elettricità del sistema fotovoltaico con le variazioni giornaliere e mensili

Le tendenze della diversificazione delle tecnologie scelte emergono nel tempo dalle decisioni e sono basate su attributi del consumatore, fattori di mercato e interazioni complesse con altri consumatori. In questa applicazione viene studiata la diffusione dei pannelli fotovoltaici (PV) attraverso popolazioni eterogenee, integrando le caratteristiche dell'utilizzatore, la struttura della rete sociale e i processi decisionali. I risultati devono poi essere confrontati con i dati del mondo reale nello stesso intervallo di tempo in modo da valutare l'accuratezza spaziale e temporale del modello.

L'adozione di nuove tecnologie in una popolazione si verifica cumulativamente nel tempo, producendo feedback positivi attraverso le reti (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013). Questi fattori micro-comportamentali sono ancora più significativi per le nuove tecnologie che coinvolgono in modo

significativo costi iniziali e incertezze informative (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013). Anche se i costi del consumatore sono in rapida diminuzione negli ultimi anni grazie alla diminuzione dei costi di produzione e di forti incentivi statali, restano notevoli barriere finanziarie e non finanziarie per i potenziali adottanti. Se una tecnologia è migliore di quella che l'agente attualmente utilizza, con lo stile di vita del consumatore, ed è semplice da usare, ha più probabilità di essere adottata (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013). L'informazione è riconosciuta come un bene economico, necessario per valutare accuratamente il prezzo e la qualità di un dato prodotto (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013). Nelle tecnologie nascenti, come il solare e il fotovoltaico, l'informazione è asimmetrica: i produttori sono più in grado di valutare la tecnologia rispetto ai consumatori. Nel corso del tempo, man mano che le informazioni migliori diventano disponibili e la tecnologia stessa evolve in risposta alle esigenze dei consumatori, i tassi di adozione possono accelerare. Il modello può prevedere in modo affidabile future adozioni di pannelli fotovoltaici sui tetti.

Misurazione dell'opinione

L'interesse sta nell'esplorare l'impatto di tre parametri in particolare sulla scelta dei pannelli: attributi sociali, economici, demografici e comportamentali associati agli attuali e futuri utilizzatori di fotovoltaico; struttura e forza delle reti di informazione; ruolo degli agenti dalle opinioni estreme (positivo o negativo) sull'adozione dei pannelli. I risultati di studi precedenti sul comportamento del consumatore indicano che gli aspetti finanziari del fotovoltaico sono i più importanti per i consumatori, seguiti dagli aspetti ambientali (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013). Ogni agente è associato a due variabili, opinione x_i e incertezza u_i. Ogni volta che l'agente i interagisce con un altro agente casuale j per prima cosa calcola l'h_{ij} di sovrapposizione tra le opionioni di agente. La lunghezza della sovrapposizione dei segmenti di linea, ovvero la distanza tra le loro opinioni, è definita come segue (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013):

$$\left[\ h_{ij} = \min((x_i + u_i); (x_j + u_j)) - \max((x_i - u_i); (x_j - u_j))\ \right]$$

La non sovrapposizione viene poi sottratta dalla sovrapposizione, ottenendo così:

$$\left[\ h_{ij} - (2u_i - h_{ij}) = 2\,(h_{ij} - u_i)\ \right]$$

Poiché l'incertezza è rilevante sia al di sopra che al di sotto del livello di opinione dell'agente, un agente j è disposto a considerare un'opinione dall'agente i nella gamma $2u_i$. L'accordo relativo è quindi:

$$\left[\ 2\,(h_{ij} - u_i)\ 2u_i = h_{ij}u_i\ \right]$$

Se la sovrapposizione (h_{ij}) è maggiore di quella dell'incertezza dell'agente di vigilanza (u_i), l'opinione dell'agente j è aumentato o diminuito della quantità di accordo relativo.

Un'ampia ricerca ha mostrato poi che i collegamenti tra le persone sono composte principalmente da connessioni locali (ad esempio agenti

geograficamente vicini) e da una minoranza di connessioni non locali che sono ben rappresentate come collegamenti casuali all'interno della grande *pool* di agenti (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013). Una volta che la famiglia diventa un adottante, x e u sono 1 e 0.001 rispettivamente e rappresentano l'elevata soddisfazione generale, che i proprietari di impianti fotovoltaici segnalano con i loro sistemi, e l'incertezza minima (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013). L'intenzione della famiglia di adottare il fotovoltaico è una dinamica variabile, alterata in modo significativo dal valore di mercato.

Raccolta dati

Per consentire un elevato grado di conoscenza nel calcolo delle soglie di decisione dei singoli agenti, ci sono i diversi flussi di dati da utilizzare e conoscere (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013):

- area, dimensioni, costi, dati e caratteristiche tecniche dei sistemi fotovoltaici installati (sulla base della dimensione delle coperture)
- valori domestici e tipo di uso del suolo per tutte le proprietà nell'area
- un'indagine a livello familiare sull'utilizzo del fotovoltaico, tramite questionari
- consumo elettrico individuale, tassi di utenza e generazione di elettricità del sistema fotovoltaico con le variazioni giornaliere e mensili, utilizzate per calcolare i tassi di sconto delle famiglie e i relativi periodi di ammortamento.

Analisi

Il modello Agent-Based consente di comprendere meglio il processo decisionale dei consumatori, ricorrendo anche a specifiche valutazioni del modello. Il modello potrebbe potenzialmente essere replicato in altre aree di studio se si è a conoscenza dei dati di serie sul tempo di ammortamento relativi al recupero dell'investimento, dati relativi all'adozione fotovoltaica, geografici e a livello di nucleo familiare. I modelli futuri mirano ad includere anche gli agenti dal lato dell'offerta (installatori, appaltatori, ecc.), che usano varie tecniche di marketing per spingere le tecnologie nel mercato (Robinson, Stringer, Rai, Tondon, 2013). Oltre a creare delle interazioni più realistiche con gli agenti, ciò consentirà di testare e valutare le strategie commerciali concorrenti all'interno di un mercato dinamico.

Pannelli fotovoltaici acquisto o leasing

OBIETTIVO: Scelta leasing o acquisto pannelli fotovoltaici
AGENTE: Cittadinanza (edificio adottante o non adottante)
VARIABILI DEGLI AGENTI: Dimensioni, tipo di proprietà, spazi interni, dati numerici
AMBIENTE: Quartiere San Salvario
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Tassi e dinamiche di adozione, prezzo, efficienza del sistema

Misurazione del valore di leasing e proprietà

Le persone che hanno intenzione di acquistare un sistema solare si trovano ad affrontare un grande pagamento, alcune di queste quindi scelgono di affittarlo a zero acconti, rinunciando a possedere il sistema (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014). Dal momento che la scelta tra leasing e ac-

quisto comporta complicate decisioni finanziarie, ci si potrebbe concentrare su un solo tipo più generale di adozione. Va pur sempre considerato che il fattore economico soprattutto per alcuni agenti è una prerogativa importante, se non fondamentale. Andrebbero dunque perlomeno estratte le informazioni da un campione di almeno 100 individui di contratti di leasing per misurare un modello di regressione, calcolando i valori attuali netti di leasing e proprietà separatamente (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014).

Il valore attuale netto di proprietà è calcolato come (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014):

$$\left[\ \text{VAN: proprio} = I - C_o + B\ \right]$$

dove

- I è incentivo
- C_o è il costo di proprietà
- B sono i benefici economici

Il valore attuale netto del leasing invece è calcolato come:

$$\left[\ \text{VAN: locazione} = - C_l + B\ \right]$$

dove

- C_l è il costo del leasing
- B sono i vantaggi economici

Si noti che, poiché i clienti in leasing non ricevono incentivi, invece gli installatori che acquisteranno il sistema sì, non va incluso nel calcolo della rete tale valore. I benefici sono calcolati come segue (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014):

$$\left[\ [((eT1+eT2)*12*0{,}95)/(1-0{,}95)] + [((eT3+eT4+eT5)*12*0{,}95*1{,}035)/(1-0{,}95*1{,}035)]\ \right]$$

Le equazioni suppongono che il beneficio economico possa durare per un numero infinito di anni e con un 3,50 % di crescita annuale. Parallelamente va considerato anche l'andamento del costo dell'energia.

Raccolta dati

Il set di dati deve includere informazioni su vari aspetti del progetto di sistema fotovoltaico (PV): dimensione del sistema, prezzo, quantità di incentivi, tipo di proprietà (ad es. affitto o acquisto) e diversi importanti dati per determinare l'adozione e l'installazione, ma anche disposizione ed uso interno (bagno, rimessa, ecc.). Utilizzando tutte queste informazioni è possibile generare osservazioni storiche per ogni individuo o famiglia. In più il modello va costruito per mesi, in quanto il sistema potrebbe non essere stato adottato per qualcuno in un mese, e si assegna un punteggio 0, e per altri sì, punteggio 1, al fine di adattare un modello di regressione logistica (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014). Una volta che vengono estese le singole voci per mese, alcune informazioni originali, come ad esempio l'incentivo e il costo, non saranno più validi dal momento che quelle variabili cambiano nel tempo. L'assunto dietro

la pratica è che si suppone che i non adottanti prendano decisioni sullo stesso insieme di variabili come gli adottanti. Un parametro chiave poi è la misura della dimensione e dell'efficienza del sistema fotovoltaico da installare. La scelta della dimensione è solitamente il primo passo da fare, ma per un non adottante questo valore è sconosciuto. Le variabili dovrebbero coinvolgere tutte le funzioni di valutazioni disponibili: valore della proprietà che include terreno e valori costruttivi, se la proprietà è occupata dal proprietario, il numero di camere da letto, il numero di bagni, se la proprietà ha una piscina privata, la somma dello spazio del garage e dei posti auto privati, la superficie calpestabile, se la proprietà è designata come avente una vista particolarmente piacevole, l'utilizzo medio dell'energia elettrica misurata in kWh (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014). Una criticità di cui tenere conto riguarda il fatto che ci sono molte ragioni per cui un sistema può essere dimensionato diversamente, in termini di come il singolo individuo massimizza il proprio tasso di rendimento interno (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014). Studi analoghi condotti hanno scoperto che gli incentivi sembrano avere un impatto minimo sui tassi di adozione (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014).

Analisi

Il principale tipo di agente è la cittadinanza e rappresenta l'entità domestica nel mercato solare residenziale, ulteriormente divisa in due sottotipi, "adottante" e "non adottante". A questo però vanno aggiunti anche i fornitori di energia, installatori e la pubblica amministrazione, interessata all'immagine della città e parametrizzata. Rendere conto di tutte le esternalità è piuttosto complesso, l'assunzione di razionalità degli individui che trattano l'acquisto solare come un tipo di investimento in base al costo, al fabbisogno di manutenzione percepito e alla preoccupazione ambientale, le decisioni influenzate da fattori ambientali, variabili sociali, economiche e politiche, fanno della simulazione un problema di difficile risoluzione. Uno studio si è occupato di identificare gli ostacoli all'adozione di energia solare, il modo in cui variano a seconda dei segmenti di clienti e il modo in cui il segmento di clientela può cambiare nel tempo (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014). Il modo in cui le persone investono in tecnologie ha importanti implicazioni per la sostenibilità.

La ricerca esamina come le strutture sociali possano inibire l'adozione nel contesto, date alcune strategie utilizzate dagli installatori. Le dinamiche di adozione sono il risultato di fattori che operano ad almeno tre livelli: a livello di "agenti" (coloro che prendono le decisioni di adozione, riguarda la propensione individuale, i fattori cognitivi, la preoccupazione, i fattori socio-economici, l'influenza sociale); a livello di struttura sociale; a livello di agenti esterni (installatori, fornitori, amministrazione) che "manipolano" gli adottanti. I modelli ABM possono in effetti aiutare a comprendere e testare queste complesse dinamiche in un "laboratorio virtuale" (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014): consentono di comprendere direttamente i meccanismi teorici di come le persone prendono decisioni e di esplorare

le conseguenze di questi meccanismi, studiare i programmi per migliorare l'adozione del fotovoltaico (programmi di incentivazione, strategie di installazione, ecc.). Alla base vi è comunque l'idea che i potenziali utilizzatori con "alta propensione" tendano ad influenzare gli altri (Zhang, Vorobeychik, Letchford, Lakkaraju, 2014). Il modello esplora l'efficacia dei programmi governativi, consente di misurare il successo dei programmi di incentivi per le energie rinnovabili, i tassi di adozione, il grado con cui gli incentivi diminuiscono o aumentano. Gli incentivi politici per l'adozione solare sono di tre tipi:

- tasso fisso per ogni kWh immesso nella rete dagli utenti
- leasing, basato sulla proprietà di terze parti
- PV gratuiti per agenti selezionati nelle comunità più povere.

Gli agenti vengono suddivisi in gruppi con alta e bassa propensione e sono collegati in una rete casuale, regolata da un parametro di separazione. Gli agenti prendono una decisione probabilistica di adottare o meno, in base a tre parametri aggiuntivi del modello: l'influenza sociale, la differenza di propensione, il parametro incentivo. Si presume che gli agenti prendano decisioni binarie (adottare / non adottare) ogni anno, in funzione di altri tre parametri: propensione economica, propensione cognitiva e "vicinanza" sociale ad altri adottanti. Questi fattori, tuttavia, non sono così facili da misurare: la propensione economica generalmente viene misurata utilizzando il censimento e altri dati secondari sul reddito e sui benefici netti (monetari) del sistema fotovoltaico, cambia al variare dei programmi di incentivi; la propensione cognitiva include invece tutti gli attributi non monetari che tendono a modificare la probabilità di adozione degli agenti.

Pannelli fotovoltaici e tetti verdi

OBIETTIVO: Integrazione pannelli fotovoltaici e tetti verdi
AGENTE: Cittadinanza
VARIABILI DEGLI AGENTI: Dimensioni disponibili sul tetto, fabbisogno energetico per l'aria condizionata, costo per metro quadrato, risparmio energetico
AMBIENTE: Quartiere San Salvario
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Profitto

I benefici dei tetti verdi, vale a dire riduzione del deflusso delle acque piovane, miglioramento della qualità dell'aria e biodiversità, uniti all'efficienza dei pannelli fotovoltaici generano un sistema che risponde ai criteri di sostenibilità (Li, Ramshani, Khojandi, Omitaomu, 2017). Il posizionamento ottimale di pannelli fotovoltaici e tetti verdi è un problema impegnativo a causa delle complicazioni imposte dalle incertezze associate a condizioni climatiche future, in particolare a causa dei cambiamenti climatici. I tetti verdi (GR) sono ampiamente utilizzati per l'isolamento che forniscono agli edifici che coprono. Gli studi dimostrano che possono ridurre la temperatura superficiale dei tetti del 30% grazie alla loro capacità di limitare la quantità di radiazione solare assorbita dall'edificio. La relazione tra la riduzione del consumo energetico dei GR e le loro prestazio-

ni termiche è stato l'argomento di molti studi negli ultimi decenni (Li, Ramshani, Khojandi, Omitaomu, 2017). L'integrazione di GR con pannelli fotovoltaici può aumentare l'efficienza di uscita dei pannelli stessi, come dimostrato da un numero empirico di studi (Li, Ramshani, Khojandi, Omitaomu, 2017).

Tuttavia, nelle simulazioni ABM è pressoché impossibile incorporare tutte le incertezze. Tenere conto dei risparmi ottenuti dai GR e del fatto che la loro integrazione aumenta l'efficienza, e quindi l'output dei pannelli fotovoltaici, comporta già un livello di complessità elevato. I pannelli fotovoltaici e i GR sono considerati investimenti a lungo termine, la durata della vita dei pannelli fotovoltaici e dei GR disponibili varia infatti tra 20 e 25 anni e 40 e 50 anni, rispettivamente. Quindi, per una valutazione realistica bisogna considerare i possibili sviluppi futuri, come il cambiamento climatico. Una possibile soluzione è quella di utilizzare almeno dieci diverse proiezioni climatiche che includono le precipitazioni giornaliere massime e temperature minime dal gennaio di un anno al dicembre di trenta o cinquant'anni dopo (Li, Ramshani, Khojandi, Omitaomu, 2017).

Misurazione del profitto

In questa simulazione è necessario assegnare a random il budget iniziale per una serie di agenti, ognuno dei quali ha l'obiettivo di massimizzare il proprio profitto. Gli attributi per ciascun agente sono le dimensioni disponibili sul tetto, il fabbisogno energetico, il costo per metro quadrato, il risparmio energetico. Si assume la dimensione di ciascun agente essere uguale alla dimensione disponibile sul suo tetto. Ogni agente valuta il costo di installazione per pannelli fotovoltaici *stand-alone*, GR autonomo e pannelli fotovoltaici integrati a GR. Il costo dei pannelli include il costo fisso del pannello (vale a dire, spese generali di manodopera, inverter, costi di cablaggio) e costi variabili (moduli, dispositivo di montaggio e costi relativi alla forza lavoro). Viene dunque utilizzata un'equazione che calcola la produzione totale dei pannelli fotovoltaici installati da ciascun agente considerando un generico pannello fotovoltaico con efficienza di uscita Q, percentuale di radiazioni ricevuta per ciascun agente κ, numero totale di raggi solari L_κ, e l'aumento di efficienza dovuto all'integrazione dei pannelli GR con i PV, Ø (Li, Ramshani, Khojandi, Omitaomu, 2017). Si calcola quindi l'energia risparmiata dai GR per ciascun agente sul quale la tecnologia è installata. L'equazione limita gli agenti a considerare un budget totale iniziale per i loro investimenti. L'equazione calcola il profitto complessivo dai pannelli fotovoltaici e dai GR installati dagli agenti, la prima parte comprende l'elettricità generata e salvata dai pannelli fotovoltaici e dai GR installati per tutti gli agenti, la seconda contiene il costo totale di installazione di entrambi i sistemi. L'equazione svolge il ruolo di funzione obiettivo del modello che deve essere massimizzato (Li, Ramshani, Khojandi, Omitaomu, 2017).

$$\left[Z = \max \sum_i \sum_\kappa (e_{\kappa i} + s_{\kappa i})\mu - (Fx_{\kappa i} + k_{\kappa i} V_\kappa x_{\kappa i} + A_{\kappa i} P_\kappa y_{\kappa i}) \right]$$

Analisi

Ad ogni agente è assegnata una parte del budget pari al valore che gli consente di coprire completamente il tetto con pannelli fotovoltaici *stand-alone*. Se il costo per installare i pannelli fotovoltaici supera il budget rimanente, l'agente viene assegnato con questo budget. Ogni singolo agente poi calcola il profitto ottenuto dai diversi tipi di tetti che può installare utilizzando il budget assegnato ad esso. Il profitto è calcolato come la differenza tra il reddito del tipo di tetto scelto e relativo costo. In primo luogo, l'agente copre completamente il suo tetto con GR. Quindi, se all'agente è assegnato il budget superiore al costo GR, l'agente lo installa su altri agenti disponibili usando il resto del suo budget stanziato. Questo processo si interrompe quando il budget assegnato dall'agente è soddisfatto. Dopo aver valutato il profitto da diversi tipi di tetti, l'agente installa il tipo di tetto con il più alto profitto, se invece tutti i tipi di *rooftop* costano più del reddito che guadagna, cioè i valori di profitto sono negativi, l'agente sceglie di non installare nulla. Il modello viene risolto per due scenari:

- il primo è progettato per rappresentare il prezzo e l'output di pannelli fotovoltaici commerciali attualmente disponibili
- il secondo mira a cogliere l'attuale tendenza nello sviluppo dei pannelli fotovoltaici, come ogni anno i pannelli fotovoltaici più efficienti sono prodotti con un costo inferiore.

La variabile del pannello fotovoltaico e il costo per ogni metro quadrato dei pannelli è considerato uguale per ogni scenario, x e y rispettivamente. L'efficienza di uscita del pannello fotovoltaico, Q, è considerata pari a z e z' per ciascuno scenario, rispettivamente. Ogni scenario ha un budget iniziale disponibile di x. Si esegue il modello per un numero stabilito di iterazioni, si calcolano la media e la deviazione standard dei risultati e si ottiene così il numero di iterazioni richieste per ogni scenario. L'output del modello si basa in modo significativo sul costo unitario del pannello fotovoltaico e sulla sua efficienza. Ovvero, quando il costo unitario del pannello fotovoltaico è basso e l'efficienza del pannello fotovoltaico è elevata, la maggior parte degli agenti opta per installare pannelli fotovoltaici (*stand-alone* o integrati con GR) al fine di massimizzare il profitto individuale. Viceversa, per valori elevati di costo e valori bassi di efficienza, nessun agente sceglie di installare i pannelli fotovoltaici, opteranno per i soli tetti verdi. Gli studi dimostrano inoltre che un budget disponibile più elevato non porta necessariamente ad un numero maggiore di agenti che installano pannelli fotovoltaici e/o GR (Li, Ramshani, Khojandi, Omitaomu, 2017).

Una zona più alta di pannelli fotovoltaici installati dagli agenti non si traduce necessariamente a un profitto più alto, dipende dalla quantità di energia elettrica generata. Se installare pannelli fotovoltaici o GR per generare elettricità e/o ridurre il consumo energetico, in modo significativo dipende soprattutto dal clima futuro in quanto l'elettricità generata dai pannelli fotovoltaici si basa sulla radiazione solare ricevuta da loro, e il risparmio energetico dei tetti

verdi dipende dalla temperatura. Quindi, sono da incorporare esplicitamente le incertezze dei cambiamenti climatici futuri e altri parametri di input stimando la distribuzione di probabilità di essi utilizzando le proiezioni climatiche dei dati disponibili in letteratura (Li, Ramshani, Khojandi, Omitaomu, 2017). Inoltre, il modello proposto considera solo l'aspetto di riduzione del consumo energetico dei GR e non tiene conto di altri benefici ome la riduzione dei livelli di CO_2, la durata del tetto maggiore, la riduzione del deflusso dell'acqua, ecc..

Divulgazione dei sistemi

OBIETTIVO: Promozione e divulgazione di energia solare
AGENTE: Cittadinanza
VARIABILI DEGLI AGENTI: Budget disponibile
AMBIENTE: Quartiere San Salvario
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Prezzo di acquisto

Analisi

Per la promozione e la divulgazione dell'energia solare, lo studio sull'effetto del prezzo di acquisto può facilitare il corretto processo decisionale del prodotto. Con diversi prezzi di acquisto, viene eseguita l'analisi dello scenario per esaminare le variazioni rilevanti delle quote di mercato. La promozione dell'energia solare presenta una considerevole quantità di rischio per i produttori e il governo (Guo, Zhang, Dong, Di Shen, Yin, 2014). Al fine di ridurre il rischio, è significativo analizzare il prodotto e le decisioni che influenzano le quote di mercato. Il fattore determinante è il prezzo di acquisto. La maggior parte dei produttori crede sempre che solo un basso prezzo di acquisto possa portare elevate quote di mercato, ma negli ultimi anni la concorrenza con un basso prezzo d'acquisto non ha avuto effetti evidenti (Guo, Zhang, Dong, Di Shen, Yin, 2014). L'analisi statistica con indagini o dati storici è il metodo comunemente usato in studi precedenti per la promozione delle energie rinnovabili (Guo, Zhang, Dong, Di Shen, Yin, 2014). È difficile condurre esperimenti controllati sul processo di adozione dinamica a causa della mancanza di controllo sperimentale su molte variabili critiche. Fortunatamente, il modello basato su agenti fornisce uno strumento per condurre sistematicamente gli esperimenti automaticamente e decidere in che modo i fattori di impatto influenzano l'intero processo di adozione dinamico. Diversi studi possono essere trovati sulla modellizzazione basata su agente (ABM) per la diffusione di tecnologie.

Ditribuzione di energia da pannelli fotovoltaici

OBIETTIVO: Raggiungimento autosufficienza energetica e scambio di energia prodotta
AGENTE: Cittadinanza (edifici)
VARIABILI DEGLI AGENTI: Consumo di elettricità e produzione
AMBIENTE: Quartiere San Salvario
PARAMETRI DI VALUTAZIONE: Distanza tra agenti

Contributi di ricerca significativi e direttive affrontano il problema dell'inserimento di fonti rinnovabili nei sistemi energetici sul territorio urbano per far fronte al crescente fabbisogno energetico

dei cittadini (Fichera, Pluchino, Volpe, non datato). Questa simulazione presenta un modello basato su agenti che simula l'evento multiplo della rete della distribuzione di energia che si verifica all'interno delle aree urbane. Il modello mira a elaborare la strategia più adatta quando si tratta della progettazione di una rete di distribuzione dell'energia. I dati sperimentali sono discussi sulla base di due principali scenari, che considerano sia la variazione delle percentuali di installatori di sistemi energetici rinnovabili, sia la distanza lungo la quale si verificano scambi. Come conseguenza dell'installazione di energia basata su fonti rinnovabili, i cittadini passano dalla condizione di consumatori passivi a quella di produttori attivi, diventando così in grado sia di raggiungere l'autosufficienza energetica sia di scambiare la propria energia prodotta. In effetti, lo scambio di energia che si verifica dal produttore al consumatore definisce la base per la creazione di una rete di distribuzione di energia. Di conseguenza, la progettazione di una rete tra consumatori richiede modelli appropriati che mirano a valutare sia l'impatto dei sistemi di energia rinnovabile sulla fornitura tradizionale sia le connessioni nella rete risultante per delineare le strategie energetiche. Gli studi esistenti sono principalmente basati sulla tecnologia, mirano a selezionare la tecnologia di distribuzione ottimale che riduce al minimo i costi operativi complessivi e le emissioni (Fichera, Pluchino, Volpe, non datato). Tuttavia, gli scambi avvengono all'interno di aree di piccole dimensioni, non paragonabili ai quartieri urbani. Pertanto, nonostante la validità dei metodi di ottimizzazione considerati, la crescente complessità della configurazione degli scambi di energia spinge verso approcci in grado di ottenere soluzioni con tempi di calcolo più brevi.

Misurazione del surplus energetico

L'installazione di sistemi energetici basati su fonti rinnovabili consente ai consumatori di raggiungere l'autosufficienza energetica e distribuire l'eventuale eccesso di energia prodotta. Considerando ogni consumatore come un nodo e ogni scambio di energia come un collegamento, l'area urbana può essere modellata come una rete a doppio strato, denominata rete di distribuzione dell'energia (Fichera, Pluchino, Volpe, non datato). Nel modello elaborato, due tipi di agenti sono introdotti: da un lato, N-agenti-nodi e, dall'altra parte, un agente centrale. Agenti-nodi fanno riferimento ai nodi della rete di distribuzione dell'energia, caratterizzati da una domanda di energia, mentre l'agente centrale è rappresentante della centrale elettrica, che prevede la fornitura di energia tradizionale. Ad ogni istante t, l'agente i è caratterizzato da una domanda di energia e da un eventuale produzione. Agenti dotati di sistemi di produzione di energia rinnovabile, in seguito chiamati produttori, soddisfano principalmente le proprie esigenze energetiche attingendo energia dalla propria prodotta. Se le loro richieste non sono state soddisfatte, il divario rimanente è soddisfatto da altri produttori e, in ultima istanza, dall'agente centrale. Gli agenti prendono decisioni per raggiungere il compito collettivo di scambiare il prodotto con energia rinnovabile. Agiscono secondo un insieme di regole che dipendono da alcune caratteristiche

principali: l'energia, lo stato di ciascun agente e la distanza tra agenti. Lo stato energetico di ciascun agente i al tempo t è definito dalla seguente variabile (Fichera, Pluchino, Volpe, non datato):

[surplus = energia prodotta – energia utilizzata]

Se il surplus assume un valore positivo, l'agente è in grado di distribuire la sua energia eccedente ad un altro agente della rete; al contrario, un valore negativo significa che l'agente non ha soddisfatto la sua domanda di energia e richiede energia da altri agenti della rete o dall'agente centrale. I valori nulli indicano che l'agente ha utilizzato l'energia interamente prodotta per la soddisfazione della propria domanda o ha soddisfatto esattamente la sua domanda da fonti esterne. Solo i produttori possono avere valori positivi di surplus di energia, mentre per gli agenti normali questa variabile può essere negativa o nulla. La seconda caratteristica importante è la distanza metrica tra gli agenti nell'area urbana. In effetti, ciascuno agente può interagire solo con altri agenti presenti all'interno di una determinata area circolare, il cui raggio è fissato da un parametro di controllo chiamato "raggio di connessione" (Fichera, Pluchino, Volpe, non datato).

Una volta definita la rete delle connessioni possibili, inizia la simulazione e, in ogni istante t>0, gli agenti si comportano allo scopo di scambiare le energie rinnovabili prodotte e, di conseguenza, diminuire la fornitura di energia dall'agente centrale. Per descrivere correttamente un tale processo dinamico, tre indici sono introdotti (Fichera, Pluchino, Volpe, non datato):

- il primo misura la frazione di collegamenti che gli agenti usano davvero per lo scambio di energia, *links_percentage* (la valutazione di questo indice consente di fare ipotesi sull'efficacia della rete di distribuzione dell'energia, al fine di evitare interventi inutili e costosi sul territorio, più alto è il suo valore, più sfruttata è la rete di distribuzione dell'energia)
- il secondo tiene conto del fatto che l'energia prodotta dagli agenti può essere sprecata (questo indice è, quindi, influenzato solo dai produttori che ancora devono avere un surplus energetico positivo dopo lo scambio di energia), *energy_loss_percentage*
- il terzo stima la percentuale di energia fornita dall'agente centrale durante l'intero intervallo di tempo ed è indicato come *supply_percentage* (esprime la quantità di energia a cui l'agente centrale fornisce tutti i nodi agenti in ogni istante t, i valori significano basso rifornimento, cioè gli agenti distribuiscono una grande quantità di energia prodotta per mezzo di sistemi basati su fonti rinnovabili).

Al fine di valutare il miglior compromesso tra gli indici prima introdotti, un'ulteriore misura globale viene introdotta. Questo indicatore supplementare è espresso come (Fichera, Pluchino, Volpe, non datato):

[*index* = *links_percentage* * (1-*energy_loss_percentage*) * (1-*supply_percentage*)]

Analisi

Gli edifici dotati di sistemi energetici basati sulle fonti rinnovabili acquisiscono l'opportunità di scambiare la propria energia prodotta, oltre la possibilità di soddisfare le loro richieste. L'obiettivo è quello di progettare una rete di distribuzione energetica per determinare sia quali edifici possono installare sistemi di energia rinnovabile, sia quali edifici sono funzionali ad essere collegati per lo scambio. Gli agenti sono rappresentativi di edifici, caratterizzati da una domanda di energia e una potenziale produzione derivante dai sistemi di energia rinnovabile installata. Ogni agente corrisponde a un edificio con tot appartamenti e i profili elettrici sono correlati alla dimensione media della famiglia e alla domanda di elettricità media pro capite. La domanda delle famiglie copre l'uso di elettricità per riscaldamento dell'acqua e per tutti gli apparecchi elettrici. Due diversi fattori vengono considerati: il consumo di elettricità e la produzione.

Nel primo scenario ogni agente (consumatore e produttore) è caratterizzato dallo stesso profilo di consumo e di produzione di elettricità.

Nel secondo scenario invece ogni agente varia la sua produzione di elettricità e il suo consumo, concordando comunque con un caso di distribuzione uniforme con media uguale al valore orario del consumo o della produzione di energia elettrica e deviazione standard pari a un terzo della media (Fichera, Pluchino, Volpe, non datato). Gli agenti possono scambiare elettricità all'interno del quartiere e ogni agente, durante il tempo della simulazione, ricerca altri agenti situati all'interno del quartiere definito e agisce a distribuire il suo surplus di elettricità. Il modello è stato implementato considerando le due seguenti variabili: la percentuale di agenti equipaggiati con sistemi di produzione di energia elettrica, brevemente denominati produttori, e la distanza tra gli agenti. Le simulazioni vengono eseguite sia per i profili costanti che per gli scenari di profili variabili. Tutte le simulazioni sono condotte per il ciclo a 24 ore; tuttavia, dalle 18:00 alle 24:00 non sono caratterizzati da produzione solare rinnovabile, in questi periodi le richieste degli agenti sono esclusivamente soddisfatte dall'agente centrale. I risultati sono riassunti attraverso l'interfaccia grafica di software, come NetLogo, su cui viene visualizzata la mappa con i nodi, che rappresentano gli edifici.

Nella prima serie di simulazioni (scenario 1: profili costanti sia del consumo elettrico che della produzione), il profilo del consumo di elettricità è uguale per tutti gli agenti della rete. Allo stesso modo, gli agenti dotati di pannelli fotovoltaici visualizzano il profilo di produzione di elettricità senza distinzioni. Le simulazioni vengono eseguite per valori

fissi di *connection_radius*, cioè la distanza massima lungo la quale gli agenti possono scambiarsi energia. La maggiore produzione di elettricità produce un notevole surplus rispetto alle richieste degli agenti del quartiere, con conseguente aumento dell'elettricità non immediatamente distribuita e, quindi, "persa". Il risultato significa che la rete di distribuzione elettrica funziona in modo più efficiente con l'attivazione principale dei collegamenti e con la minore perdita di elettricità e la richiesta all'agente centrale, quando gli agenti agiscono in un quartiere limitato spazialmente. La seconda serie di simulazioni (scenario 2: profili variabili di consumo e produzione di elettricità) considera i profili variabili sia del consumo di elettricità sia di produzione per valori fissi del *connection_radius*, variando le percentuali dei produttori. Diversamente dallo scenario precedente, l'indice *links_percentage* non assume valori nulli a causa del fatto che le richieste di elettricità e le produzioni degli agenti sono qui variabili. Invece, essendo lo scenario 1 caratterizzato da richieste e produzioni costanti, tutti gli agenti sono produttori e consumatori nello stesso modo; pertanto, dato che il 100% degli agenti sono produttori, non è possibile la vendita di elettricità. Inoltre, l'aumento della percentuale dei produttori non evita la perdita di energia elettrica; piuttosto, l'eccesso di energia elettrica non viene distribuito poiché anche gli agenti vicini producono elettricità loro e non hanno bisogno di ricevere dagli altri produttori. Generalmente, basse percentuali di produttori significano una grande quantità di elettricità dall'agente centrale per soddisfare le richieste degli agenti della rete.

Al termine della simulazione vengono effettuati dei test di comparazione con l'esistente. I test non sono effettivamente in grado di dimostrare la validità logica del modello, dei suoi contenuti scientifici, hanno un povero potere diagnostico, inappropriato per l'effettiva validazione dei modelli di dinamica di sistema.

PARTE 5

APPLICAZIONE A SAN SALVARIO CON SOFTWARE NETLOGO

5.1 SOFTWARE: NETLOGO

Come già detto precedentemente, esistono diversi ambienti di simulazione per la costruzione di modelli ABM. Tra i più noti:

- Netlogo, www.ccl.northwestern.edu/Netlogo
- Swarm, http://www.swarm.org
- RePast, http://repast.sourceforge.net/
- Ascape, http://www.brook.edu/dynamics/models/ascape/
- Starlogo, http://el.www.media.mit.edu/groups/el/Projects/starlogo/
- AgentSheets, http://www.agentsheets.com.

NetLogo è la piattaforma utilizzata per le simulazioni effettuate in questa tesi ed è stata scelto principalmente perchè unisce la caratteristica di essere uno strumento di programmazione che consente un'elaborazione dati veloce e potente a quella di possedere un'interfaccia intuitiva, grazie ad un efficace supporto grafico e un linguaggio di utilizzo immediato. Pur non essendo il sistema più semplice, l'esaustività dei manuali e dei tutorial, ha proiettato la scelta verso questo software. Come le altre piattaforme, anche NetLogo è un ambiente di programmazione di modelli per la simulazione di fenomeni sociali e naturali, proiettato qui in casi di natura energetica ed architettonica, che però fondano le loro radici su evidenti questioni sociali ed economici. Il software si è rivelato particolarmente adatto alla modellizzazione di sistemi che evolvono nel tempo e consente di dare "istruzioni" a più agenti indipendenti che agiscono simultaneamente, rendendo possibile esplorare la connessione tra i comportamenti degli individui ad un micro-livello e le loro influenze su un macro-livello. Aumentando il numero di parametri e di variabili, il modello diventa sempre più complesso da gestire, quindi soprattutto agli inizi, si è cominciato con un numero limitato di parametri, così da acquisire passo dopo passo le logiche che stanno dietro il programma.

NetLogo nasce nel 1999 dallo sviluppo e dal potenziamento di StarLogo, di cui mantiene alcuni elementi base:

- i tipi di agenti (*turtles, patches, observer*)
- la rappresentazione intuitiva.

A differenza del software precedente, NetLogo aggiunge nuove caratteristiche importanti e innovazioni sia nel codice, ora scritto per mezzo di un meta-linguaggio ad oggetti semplificato, sia nell'interfaccia con l'utente, che in tempo reale interpreta il codi-

ce, consente di visualizzare grafici e istogrammi e di importare immagini e dati. L'utilizzo di NetLogo è facilitato da informazioni e tutorial molto estesi e professionali e da una ricca libreria di modelli pronti per essere usati e presi come spunto per la costruzione di modelli più complessi a partire dalla modifica di meccanismi base. Queste simulazioni fanno riferimento a diverse aree delle scienze sociali e naturali quali la biologia, la medicina, la chimica, la fisica, la matematica, l'economia e la sociologia. (www.ccl.northwestern.edu/Netlogo)

NetLogo in conclusione è una piattaforma molto potente per lo sviluppo di modelli Agent-Based e non richiede di imparare un linguaggio di programmazione completo, motivo per cui è diventato estremamente popolare tra gli scienziati sociali che vogliono sviluppare rapidamente i modelli. (www.ccl.northwestern.edu/Netlogo)

Si procede ora con una breve analisi dei principali elementi di cui si fa uso nella programmazione in NetLogo (www.ccl.northwestern.edu/Netlogo).

Gli agenti

Il mondo di NetLogo è costituito da agenti, ognuno dei quali agisce e si comporta secondo quanto descritto nelle "istruzioni", indipendentemente dagli altri e contemporaneamente. Il programmatore, l'*observer,* ha a disposizione tre tipi di agenti: le *turtles*, le *patches* e i *links*. L'*observer* non ha una locazione specifica, supervisiona tutto ciò che accade e ha accesso alla lettura e alla scrittura a tutti gli agenti e a tutte le variabili. Le *turtles* sono gli agenti che si muovono nel mondo di NetLogo sulla base delle regole assegnate. Lo sfondo o "paesaggio" è costituito da uno spazio bidimensionale diviso secondo una griglia, ogni elemento della quale è una *patch*, elementi di forma quadrata senza possibilità di movimento, che insieme costituiscono il mondo su cui le *turtles* si muovono e interagiscono. Le *turtles* vengono create dall'*observer*, sono assegnate alle *patches*, possono assumere diverse forme e dimensioni e hanno coordinate decimali (*xcor* e *ycor*) e orientamento. Anche le *patches* hanno delle coordinate, ma sempre costituite da numeri interi e indicate con *pxcor* e *pycor*. Le cifre decimali delle coordinate delle *turtles* fanno sì che queste possano essere posizionate in qualsiasi punto delle *patches*, non necessariamente al centro. Per quanto riguarda le *turtles* poi si possono definire delle famiglie, le *breeds*, che consentono a diversi gruppi di *turtles* di comportarsi in maniera diversa in base alla razza a cui appartengono. I *links* invece non hanno coordinate e ognuno di essi ha due estremità, ciascuna delle quali è una *turtle*. Gli agenti possono inoltre essere raggruppati in sottoinsiemi chiamati *agentsets*.

Le procedure

Le azioni vengono assegnate agli agenti tramite comandi e *reporters*. La scheda *Code* è dove viene memorizzato il codice per il modello, ovvero i comandi che si desidera utilizzare immediatamente o che si vuole salvare e usare in seguito. Un comando è un'azione che un agente deve effettuare con conseguente effetto. In genere, il nome di un

comando inizia con un verbo, ad esempio "crea", "salta", "controlla" o "cancella". Il dizionario NetLogo ha un elenco completo di comandi e *reporters* incorporati. Il menù a comparsa elenca tutte le procedure nell'ordine in cui appaiono nel file, questo è un modo molto comodo per navigare velocemente nei file molto strutturati. I comandi dunque definiscono le azioni che gli agenti devono compiere e i *reporters* eseguono delle operazioni e riportano un risultato. Ogni procedura termina poi con la parola chiave *end*. Una volta definita, una procedura può essere utilizzata in qualsiasi parte del programma.

Le variabili

Le variabili sono delle caratteristiche associate agli agenti, indicate da valori di qualunque tipo e utilizzate all'inizio del programma. Esse possono essere globali, riferite alle *turtles* (*turtles-own*) o riferite alle *patches* (*patches-own*). Le variabili globali sono accessibili da tutti gli agenti e sono caratterizzate da un unico valore, possono essere settate e lette ovunque e in ogni momento nel modello. Ogni *turtle* poi è caratterizzata da un diverso valore delle variabili ad essa associate. Se si specifica anche una razza (*breed*), solo le *turtles* di quella avranno le variabili elencate. Le variabili associate alle *patches* invece sono accessibili direttamente da qualsiasi *turtle* sulla *patch*. Alcune variabili sono già esistenti in NetLogo come, ad esempio, il colore, mentre altre possono essere definite dall'utente. Esistono infine delle variabili locali, definite all'interno di una particolare procedura ed utilizzabili esclusivamente all'interno della stessa.

Le liste

Mentre le variabili contengono ciascuna un'unica informazione, è possibile registrare numerose informazioni in un'unica variabile, ceando una lista. Le liste permettono di conservare le informazioni e sono molti utili e vantaggiose soprattutto nei casi in cui si devono eseguire calcoli ripetitivi su numerose variabili.

Le sezioni che seguono mostrano due esempi applicati: il primo riguarda la diffusione temporale del sistema fotovoltaico, il secondo quella delle tecnologie di retrofit.

5.2 SIMULAZIONE: DIFFUSIONE TEMPORALE DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI

In questa sezione, dopo aver raccolto e analizzato i dati di rilievo necessari, viene sviluppato un modello basato sugli agenti (ABM) come strumento per valutare la diffusione temporale dei sistemi di microgenerazione PV nel quartiere di San Salvario. Il modello tiene conto della complessità delle decisioni degli attori umani, dell'interazione tra fattori relativi alle famiglie di agenti e fattori relativi a politiche esterne, come ad esempio incentivi e variazioni di prezzo. L'ABM è stato costruito cercando di catturare gli effetti macro di diverse micro-decisioni in un mondo virtuale, modellando le singole entità all'interno di un sistema complesso e le regole che governano le interazioni tra le entità all'interno del sistema, per catturare l'effetto complessivo di tali interazioni. Il primo modello sviluppato non tiene conto della geografia del luogo in questione, si tratta dunque di una simulazione irrealistica, ma che consente comunque di comprendere come alla variazione di alcuni parametri economici, ne consegua una variazione delle decisioni degli agenti e una diffusione del sistema più o meno rapida. Il secondo modello invece è stato implementato con l'utilizzo del GIS consentendo dunque una simulazione più vicina alla realtà. Viene proposto solamente una piccola porzione del quartiere, viene dunque utilizzato a scopo dimostrativo.

Il modello sviluppato simula come le famiglie nella zona di San Salvario farebbero le loro scelte in un dato periodo di tempo. Molti fattori influenzano tali scelte, quelle primarie sono il costo, il reddito familiare, i fattori sociali, come l'influenza del vicinato, la disponibilità economica e le politiche governative. Le osservazioni fatte da questo studio possono essere applicate a molte località simili, ma soprattutto il modello può essere utilizzato dai responsabili nella formulazione di politiche di diffusione e di pianificazione di sistemi basati su fonti rinnovabili. Ovviamente gli attori umani e le loro caratteristiche principali (età, competenze) sono qui le variabili più importanti, in quanto le loro decisioni influenzano il modo in cui il sistema si evolve. Il modello sviluppato in questo lavoro cattura dunque in modo univoco e simultaneo l'impatto dei fattori socio-economici e tecnici locali, tenendo conto, al contempo, dei fattori culturali e politici locali e dell'influenza degli altri agenti in un sistema non mobile.

Il modello è stato sviluppato con NetLogo, software scelto per questo lavoro perché è ampiamente accettato dagli studiosi come uno dei migliori ambienti per la modellazione basata su agenti socio-economici. Inoltre, è gratuito da scaricare e utilizzare e, dato il suo ampio utilizzo, dispone di molteplici manuali, anche disponibili sul web, e video tutorial sviluppati da veri professionisti, consentendo dunque una comprensione dell'utilizzo più immediata.

Raccolta dati e metodologia

Il primo passo per procedere con la simulazione, nella maniera quanto più vicina alla realtà, è quello di raccogliere il maggior numero di dati tramite sondaggi, dati GIS o dati ottenuti direttamente dal Comune. Nel caso specifico non è stato possibile ottenere tutti dati, di conseguenza questi sono stati ipotizzati per il quartiere in esame. I dati sulla divisione della popolazione sono stati ottenuti tramite il GIS, tuttavia mancano informazioni, come la condizione economica.

I primi due parametri che interessano la simulazione sono:

- la percentuale dei residenti di San Salvario che dispone già di sistemi fotovoltaici per l'illuminazione di base e per alimentare piccoli dispositivi elettronici
- la percentuale di residenti di San Salvario che ha accesso invece all'elettricità della rete nazionale.

Il reddito di ogni famiglia è stato reso una condizione necessaria per l'installazione dei PV, in quanto correlato alla possibilità di pagare la tariffa di connessione e gli oneri. Per installare i pannelli fotovoltaici le famiglie devono avere un reddito maggiore di 1.000 euro al mese. Le famiglie collegate alla rete nazionale sono state poi ulteriormente divise in gruppi sempre sulla base dei guadagni mensili, individuandone quattro fasce. Sulla base di quanto detto, sono state fatte le seguenti ipotesi:

- una famiglia che ha già il fotovoltaico può comunque decidere, terminato il periodo di vita dei pannelli, di collegarsi nuovamente alla rete
- una famiglia collegata alla rete nazionale può invece scegliere di installare i PV per la produzione di energia elettrica, influenzata dal vicinato e dalla propria proclività all'utilizzo di nuovi sistemi.

Il principio di NetLogo si basa sulla TPM (Matrice di Transizione Probabile), che può essere stimata dopo un anno delle transizioni (Gabbriellini, 2010) e consente di calcolare dopo n anni la probabilità che una famiglia si trovi in uno degli stati possibili (x_n). Questa è data da:

$$[\ x_n = x_0 * TPM_n\ ]$$

dove

- x_n è lo stato in cui la famiglia si trova (adozione di pannelli fotovoltaici o connessione alla rete nazionale)
- x_0 è lo stato iniziale della famiglia
- TPM_n è la matrice di probabilità di transizione dopo n anni.

Le sequenze di funzionamento del modello NetLogo creato invece sono le seguenti:

- creazione del panorama e importazione dei dati ipotizzati sul quartiere in esame
- dimezzamento del costo del sistema fotovoltaico ogni tot anni
- verifica dello stato della famiglia: se la famiglia è già in possesso di PV, viene verificata che l'età del sistema sia inferiore a 20 anni (*lifespan*), in caso

contrario, i PV vengono eliminati e la casa viene dichiarata normalmente elettrificata, quindi con la possibilità di scegliere nuovamente i pannelli fotovoltaici

- per una famiglia collegata alla rete nazionale, viene verificato se la soglia di vicinato e successivamente di reddito è soddisfatta per poter scegliere i PV; se affermativo, si applica la matrice di probabilità di transizione; in caso contrario, si ripete la sequenza fino alla fine della simulazione osservando l'influenza della variazione dei costi.

Parametri: Costi

Sulla base dei dati di San Salvario ipotizzati, l'80% delle famiglie non è in possesso di impianto fotovoltaico a causa di costi e proprietà intrinseche dell'agente stesso. Come detto precedentemente, la matrice della probabilità di transizione si basa sulla capacità di offrire una determinata opzione di elettrificazione dopo un dato numero di anni. L'impianto fotovoltaico viene installato solo se una famiglia può permetterselo e se:

$$[\ C_{PV} < C_{kWh}\ ]$$

dove

- C_{kWh} è il costo di connessione alla rete nazionale dell'elettricità ed equivale a circa 0,087 €/kWh (prezzo luce monorario) secondo le attuali tariffe italiane (www.luce-gas.it) per i kWh consumati
- C_{PV} è il costo del sistema fotovoltaico che tiene conto anche della necessità per le famiglie di rimanere parzialmente connesse alla rete nazionale, nel caso in cui il sistema non fosse sufficiente ed è dato da

$$[\ C_{PV} = CC_{PV} + \%C_{kWh}\ ]$$

dove

- CC_{PV} è il costo di tutte le sue singole componenti, vale a dire modulo, batteria, regolatore di carica più i costi operativi e di manutenzione
- $\%C_{kWh}$ è la percentuale di costo da pagare alla rete nazionale, qualora i kWh prodotti dai PV non coprissero i kWh necessari agli agenti; per calcolarlo si tiene conto dei kW_p (potenza kW di picco nominale del modulo fotovoltaico), che si basa sul profilo di attività di una famiglia e sulla domanda di energia, e del fattore di utilizzo, che incorpora il non utilizzo e le interruzioni dei sistemi a causa di vari motivi ed equivale a 0,8.

Tutti i costi sostenuti vengono poi attualizzati, così da poter essere confrontati. Sebbene i moduli fotovoltaici abbiano una durata di 20 anni, mentre quella gli altri componenti (batterie, convertitore, inverter, regolatore di carica) sia di 5 anni, il modello viene semplificato stimando la durata dell'intero sistema pari a 20 anni, senza dunque considerare la sostituzione dei singoli componenti.

Parametri: Incentivi

Gli studi dimostrano che incentivi e sussidi governativi positivi sono in gran parte responsabili della rapida crescita della diffusione degli impianti fotovoltaici, le politiche positive infatti hanno stimo-

lato in modo significativo la propagazione in molti Paesi, sottolineando l'importanza dell'intervento del governo negli adattamenti delle nuove tecnologie. Gli incentivi S_{kWP} generalmente vengono calcolati per kW_P e accrescono di pari passo con l'aumento dell'energia prodotta PV_{kWh}, data dalla produzione annuale dei PV moltiplicata per la durata (20 anni). Il costo totale del fotovoltaico $C_{PV\text{-}Totale}$ è dato da:

$$\left[\ C_{PV\text{-}Totale} = (CC_{PV} - S_{kWP}) * kW_P + \%C_{kWh}\ \right]$$

dove

- kW_P tiene conto della superficie di copertura disponibile per l'installazione (A), dell'efficienza (ε_{PV}) e delle perdite dovute ad esempio all'inclinazione o ai fattori ambientali (parametro fissato a 0,8).

Il modello per semplificazione non tiene conto dell'irraggiamento sui pannelli inclinati (I_{PV} in kWh/m^2), dato da:

$$\left[\ I_{PV} = I_{incidente} \sin (Þ + ß)\ \right]$$

dove

- $I_{incidente}$ è la radiazione solare misurata ortogonalmente ai raggi solari, Þ è l'angolo di elevazione e ß è l'angolo di inclinazione del modulo misurato rispetto al piano orizzontale.

Parametri: Influenza del vicinato

La diffusione di una nuova tecnologia in un dato mercato dipende dal suo relativo vantaggio, dalla sua compatibilità, facilità d'uso e accettazione sociale tra gli altri fattori. Diversi atteggiamenti nei confronti della nuova tecnologia influenzano i tassi iniziali di adozione. L'accettazione sociale è cruciale per la diffusione di successo di una nuova tecnologia, e ancora di più per i sistemi fotovoltaici che hanno un impatto visivo. Di conseguenza, un fattore importante nell'accettazione sociale è l'influenza del vicinato. La conoscenza di una nuova tecnologia è necessaria per consentire al consumatore di prendere una decisione informata sulla sua adozione, ma questo è difficile con tecnologie nascenti in cui l'informazione è asimmetrica, con i produttori in posizioni migliori per testare la tecnologia rispetto ai consumatori. In tali casi, l'influenza del vicinato da parte di adottanti "precoci" svolge un ruolo importante nell'aumento dei tassi di adozione futuri. L'influenza del quartiere inizia a svolgere un ruolo più importante una volta che i primi iniziano ad adottare una nuova tecnologia (Bollinger, Gillingham 2012); la visibilità (il fotovoltaico installato sui tetti) e il passaparola sui suoi vantaggi portano a un aumento dell'adozione in un determinato quartiere o raggio di rilevamento.

È difficile modellare l'impatto di diversi aspetti sociali non quantitativi sull'adozione di una nuova tecnologia. Tuttavia, un parametro misurabile come il raggio di rilevamento, il raggio entro il quale un agente può "sentire" i suoi vicini e la soglia di vicinato, la percentuale minima di vicini entro un determinato raggio di rilevamento che deve aver adottato una nuova tecnologia per una famiglia, consente di esplorare l'impatto di tali parametri. Le decisioni

di adozione iniziali sono principalmente influenzate da costi percepiti o misurati, pressioni sociali come campagne pubblicitarie, un livello di consapevolezza delle nuove tecnologie, preoccupazioni ambientali. Questi fattori sono catturati nel coefficiente di innovazione assegnato ad ogni agente.

Una famiglia senza PV deve dunque prima sviluppare l'idea di installarli, idea che dipende dall'età e dalle competenze, quindi dal coefficiente di innovazione e dall'influenza del vicinato. L'idea di installare i PV si concretizza se:

$$\left[(F_{PV/RR} / F_{Totale/RR}) * 100 > V_{RR} \right]$$

dove

- $F_{PV/RR}$ è il numero di famiglie con PV all'interno di un dato raggio di rilevamento RR
- $F_{Totale/RR}$ è il numero totale di famiglie entro lo stesso raggio di rilevamento
- V_{RR} è la soglia di vicinanza.

Il raggio di rilevamento iniziale è stato impostato in base alla distribuzione della popolazione, in modo tale da non limitare gli impatti dell'influenza del vicinato su una sola famiglia. Una volta verificata l'idea di installare il sistema, l'agente verifica la disponibilità economica e valuta tutti gli altri parametri economici.

Parametri: Comportamento degli agenti

Al fine di simulare il comportamento degli agenti posti di fronte ad una scelta, sono state studiate due tra le teorie comportamentali più diffuse nella letteratura: la teoria del comportamento pianificato (TPB) e il modello *Belief-Desire-Intention* (BDI).

La teoria del comportamento pianificato (TPB) è stata proposta nel 1985 da Ajzen, che riconosceva che alcuni dei comportamenti degli agenti, che gli psicologi volevano spiegare e capire, non sono completamente volontari: Ajzen parla di controllo comportamentale percepito. Il costrutto tenta di spiegare la percezione dell'individuo di quanto sia facile o difficile eseguire il comportamento in questione. Un comportamento (la scelta di adottare i PV in questo caso) che è visto come facile da eseguire garantisce un'alta percezione del controllo comportamentale nell'agente; uno che è visto come difficile da eseguire viceversa provoca un basso controllo. Il TPB sostiene in sostanza che un individuo che ha un elevato controllo del comportamento percepito è più probabile che formi prima l'intenzione per eseguire tale comportamento ed è più probabile che agisca per primo di fronte a tale intenzione, influenzando coloro che hanno un basso controllo del livello di percezione del comportamento. Il controllo comportamentale riflette esperienze dirette, esperienze osservate e proprietà, non solo economiche. Si presume che quando gli individui formulano delle intenzioni tengano conto di quanto controllo abbiano sul comportamento. Nel modello sviluppato questo controllo consiste nel fatto che, avendo a disposizione un certo reddito, gli agenti sviluppano la volontà di installare i PV. Il ruolo del controllo comportamentale percepito qui non è solo psicologico. Il controllo comporta-

mentale aiuta quindi a prevedere il comportamento, se l'individuo ha esperienza sufficiente da essere in grado di fare ragionevolmente una stima accurata del comportamento, della scelta.

Il secondo modello analizzato è quello credenza-desiderio-intenzione (BDI), che è diventato forse il modello più conosciuto e meglio studiato. Le ragioni del suo successo sono diverse, ma forse il più convincente è che il modello BDI combina un modello filosofico sul ragionamento pratico umano, originariamente sviluppato da Michael Bratman (Bratman, 1987), una serie di implementazioni, alcune applicazioni di successo (dal campo dello spazio, ai processi di fabbrica, alla gestione dei processi aziendali), e una semantica logica astratta, che è stata ripresa ed elaborata da più studiosi. Tuttavia, si potrebbe sostenere che il modello BDI stia ora diventando un po' datato, in quanto risalente alla metà degli anni '80 e rimasto sostanzialmente invariato da allora. Il modello comunque ha avuto particolare successo nella comprensione delle interazioni ad agente. Una critica al modello BDI è stata che non è adatto a determinati tipi di comportamento, in particolare, il modello di base sembra inappropriato per costruire sistemi che devono imparare e adattare il loro comportamento. Il modello si basa sul principio per cui ogni agente di fronte ad un comportamento, deve valutare considerazioni spesso contrastanti, vantaggi e svantaggi di opzioni alternative, tenendo in considerazione ciò che egli desidera-valuta-preferisce. Il ragionamento si compone di due fasi: il ragionamento teorico e quello pratico. Il primo è quello diretto verso le *beliefs*, come il processo accompagnato da un ragionamento che coinvolge le credenze circa la questione affrontata, quindi non diretto verso azioni. Il secondo consiste a sua volta di due attività distinte: la decisione di quale stato raggiungere (*desire*) e la scelta di come conseguire gli obiettivi (*intention*). Il ragionamento pratico viene eseguito dall'agente sulla base delle risorse e delle competenze a disposizione, spesso limitate. La capacità di conseguire quindi prestazioni elevate è legata alla capacità di impiegare efficientemente le risorse a disposizione, controllare la propria attività di ragionamento per avere un comportamento ottimale. In conclusione, le *belief* sono l'insieme delle informazioni, il contesto, che possono essere spesso incomplete ed errate a causa di competenze e risorse limitate a disposizione, i *desire* rappresentano lo stato motivazionale dell'agente, quindi l'obiettivo che vuole conseguire, le *intention* infine rappresentano lo stato deliberativo. Il modello BDI applicato al modello riconosce l'importanza delle intenzioni nel guidare il ragionamento pratico, soprattutto per quanto riguarda la produzione di azioni da parte dei vicini. Altra caratteristica non trascurabile è quella per cui se fallisce un tentativo di conseguire un obiettivo, fallimento causato anche da fattori esterni, si esegue un nuovo tentativo, ma se le ragioni di un'intenzione perdono valore, allora l'intenzione viene abbandonata (Rao, Georgeff, 1994).

Esecuzione del modello su NetLogo

Inizializzazione

Globali [PV-costo-per-kW_p coefficiente-riduzione PV-generazione-totale costo-elettricità]

Patches EDIFICI [qualità area-tetto piani PV connesso-rete PV-età PV-output fabbisogno-energia]

Turtles RESIDENTI [PV-decisione connessione-rete-decisione età competenze propensione-innovazione reddito]

- 32% 750 < reddito (€) < 1.000
  20 < età (anni) < 34
  competenze ~0,50
- 25% 1.000 < reddito (€) < 1.500
  35 < età (anni) < 49
  competenze ~0,75
- 20% reddito (€) > 1.500
  50 < età (anni) < 64
  competenze ~0,80
- 28% 500 < reddito (€) < 750
  età (anni) > 65
  competenze ~0,30

Modello 1: Ambiente artificiale

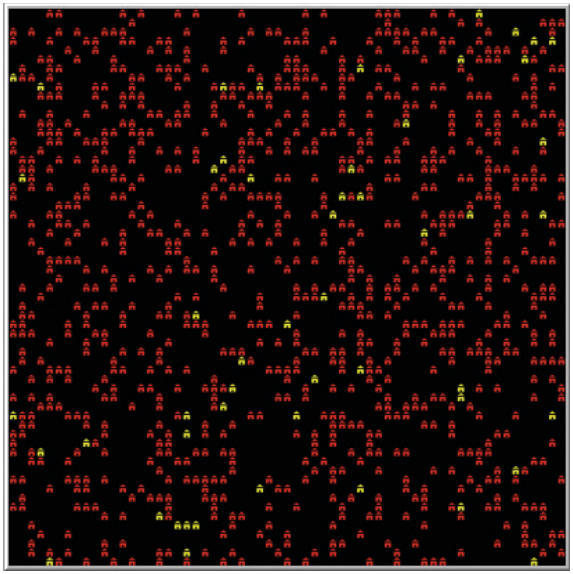
Il primo modello è stato sviluppato senza l'integrazione con il GIS, di conseguenza il limite più grande è che l'ambiente rappresentato è irrealistico e non presenta la reale distribuzione degli edifici del quartiere, d'altra parte però consente di studiare e verificare le tendenze rispetto a eventuali variazioni economiche a scala distrettuale.

In questo caso gli agenti, i residenti del quartiere San Salvario, sono rappresentati dagli *shape* "casa", così da far comprendere meglio il fatto che si tratta di entità fisse, in quanto decidono solo ed esclusivamente per la loro proprietà, ma perdendo graficamente la distinzione tra *turtles* e *patches*. Le case rosse (80%) sono quelle normalmente elettrificate, quindi collegate alla rete nazionale, mentre quelle gialle (20%) sono quelle già in possesso dei pannelli fotovoltaici. Il limite di questo tipo di approccio è che non vengono considerati gli edifici come condomini, le cui decisioni quindi dipendono anche dall'interazione tra le persone all'interno che presentano inevitabilmente caratteristiche, sociali ed economiche, diverse. Le proprietà degli agenti "casa" sono frutto quindi di una media degli attributi di ogni residente all'interno.

Dopo 5 anni, il numero di famiglie con l'intenzione di installare il fotovoltaico (bianco) e il numero di quella già in possesso (giallo) rappresentano il 56% circa di tutte le famiglie. Questa crescita piuttosto massiccia è attribuibile a molti fattori, tra cui il calo dei costi del fotovoltaico, l'aumento dell'influenza del vicinato grazie al numero maggiore di installazioni fotovoltaiche e in generale l'aumento della consapevolezza dei benefici socio-economici e ambientali dei sistemi fotovoltaici. Il trend mostra una crescita continua fino a stabilizzarsi.

Le figure che seguono mostrano rispettivamente il settaggio iniziale del modello, nell'anno zero, e la situazione dopo cinque anni.

ANNO 0



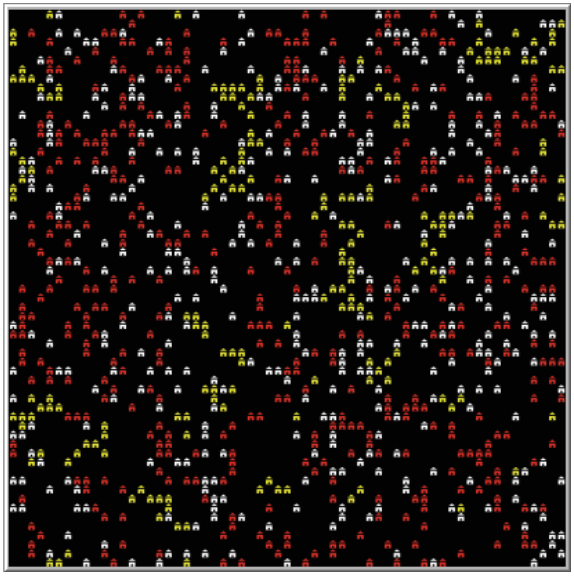
RETE NAZIONALE (80%)

PV (20%)

Impostazioni:

CC_{PV}	2.000	€/kW_P
Vita nominale PV	20	anni
Coefficiente di riduzione	0,80	-
Costo energia (fascia unica)	0,087	€/kWh
Tasso di attualizzazione	0,82	%
Incentivi per kW_P	500	€/kW_P
RR	30	edifici
V_{RR}	0,05	-
Fabbisogno energetico	30	kWh/m^2
Produzione PV	1.250	kWh/kW_P

ANNO 5



RETE NAZIONALE (44% + 37,5%*)

PV (18,5%)

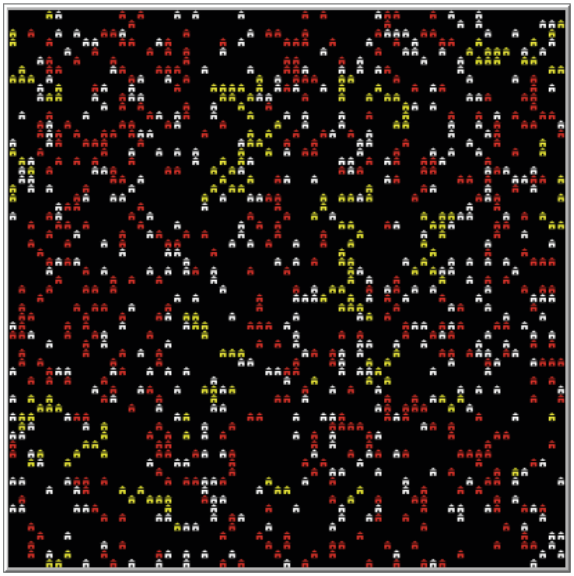
IDEA DI INSTALLARE I PV (37,5%)

Variazioni:

CC_{PV}	1.500	€/kW_P

*La percentuale di agenti connessa alla rete nazionale tiene conto anche della percentuale di agenti che hanno intenzione di installare PV, in quanto la sola intenzione presuppone che essi non abbiano ancora proceduto all'installazione

ANNO 50



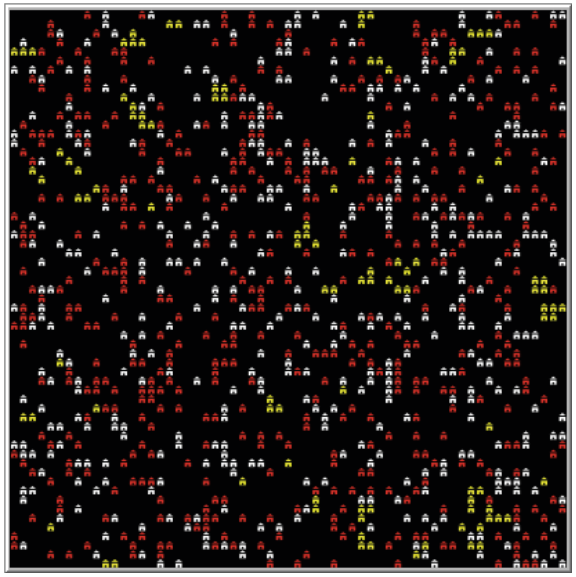
Come si evince dal grafico, dal quinto anno la situazione registra variazioni lievi, nonostante il prezzo dei pannelli fotovoltaici negli anni 5, 10, 15, 20 e 25 subisca un abbassamento, probabilmente non sufficiente a incentivare gli agenti a scegliere il sistema.

Una considerazione riguarda la soglia di vicinanza, inizialmente predefinita e impostata su 0,05, in base alla distribuzione demografica di San Salvario e ai dati socio-economici. Se questa venisse aumentato da 0,05 a 0,10, il numero di famiglie con impianti fotovoltaici diminuirebbe. Viceversa, aumentare il raggio di rilevamento significa aumentare l'influenza del vicinato e quindi aumentare le installazioni fotovoltaiche. Come discusso precedentemente, la soglia di vicinato è la percentuale minima di vicini all'interno di un dato raggio di rilevamento che deve aver installato PV per una famiglia per considerare la possibilità di fare lo stesso. È un parametro importante per misurare l'influenza del vicinato e per calcolare la percentuale di adottanti "precoci". L'obiettivo è determinare quale percentuale ottimale di famiglie deve aver installato PV per i vicini per iniziare a considerare la possibilità di fare lo stesso. Senza un raggio di rilevamento quindi, il numero di famiglie che avrebbero installato PV dopo 5 anni sarebbe molto più alta rispetto alla realtà; aumentare la soglia invece porta inevitabilmente a un calo delle installazioni fotovoltaiche, ma così il trend si avvicina maggiormente alla realtà.

Altra simulazione interessante è quella degli incentivi. Osservare come l'introduzione di sussidi abbia un impatto sulla diffusione temporale del fotovoltaico è importante nell'introduzione di nuove politiche.

Come mostra il grafico sottostante, senza sussidi al massimo il 10% delle famiglie avrebbe installato PV al termine dei 50 anni della simulazione. Viceversa quindi, se venissero introdotti incentivi maggiori di quelli impostati inizialmente, il numero di famiglie con PV aumenterebbe. Questo fa comprendere quanto sia indubbiamente importante promuovere economicamente le tecnologie.

ANNO 50



RETE NAZIONALE (49% + 41%)

PV (10%)

IDEA DI INSTALLARE I PV (41%)

■ Modello 2: Ambiente GIS

Il secondo modello sviluppato, invece, vede l'integrazione con il GIS, consentendo una rappresentazione realistica dell'ambiente, con le sue geometrie. Rispetto al primo modello, l'approccio in questo caso è differente, infatti vi è una chiara distinzione tra *turtles*, i residenti, e *patches*, gli edifici. Di conseguenza gli agenti sono rappresentati dagli *shape* "persona" e vengono considerati come entità a sé stanti, ognuna con i propri attributi. Il numero di persone per ogni edificio è stato stimato sulla base del numero di piani e della superficie.

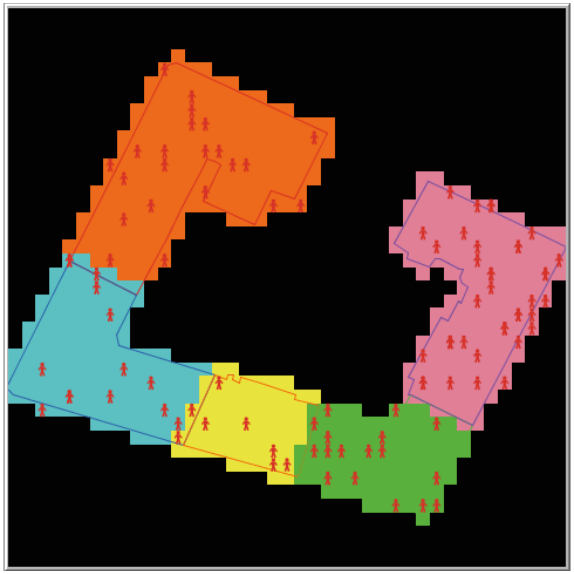
Il fattore importante dell'integrazione GIS è soprattutto quello di avere i dati precisi delle superfici rispetto alla prima simulazione, in cui queste erano state attribuite random. L'accessibilità dei dati GIS consente di ottenere simulazioni più vicine alla realtà in termini di risultato.

Ogni agente sviluppa l'idea di installare i pannelli fotovoltaici sulla base dell'età, delle competenze, della propensione alla "novità", all'innovazione e dell'influenza con gli altri condomini. Una volta verificata, ognuno di essi è chiamato a valutare la possibilità di procedere effettivamente con l'installazione del sistema, sulla base delle condizioni economiche. Solo se una certa percentuale di agenti mostra la volontà di cambiare il sistema di elettrificazione, allora i pannelli verranno installati sulla copertura dell'edificio in questione. Anche questo aspetto fa sì che il modello sia meno fittizio.

Solo gli edifici con tutte le *patches* colorate in grigio installerebbero effettivamente i pannelli fotovoltaici.

Parametri e metodologie di influenza utilizzati sono i medesimi del modello precedente, ma il fatto di considerare nella simulazione solamente un isolato è limitante e non consente di verificare le tendenze dell'intero quartiere e avere una visione di insieme. Per fare questo è necessario quindi allargare questo tipo di approccio a tutti gli isolati. Di seguito, vengono presentati graficamente i valori che risultano dalle interazioni del singolo isolato. In questo tipo di modello risulta interessante verificare le variazioni legate al cambiamento della percentuale minima di residenti concordi sul cambiare tecnologia.

ANNO 0



RETE NAZIONALE (100%)

Impostazioni:

- % min. residenti concordi sull'adozione di PV per edificio: 50 %

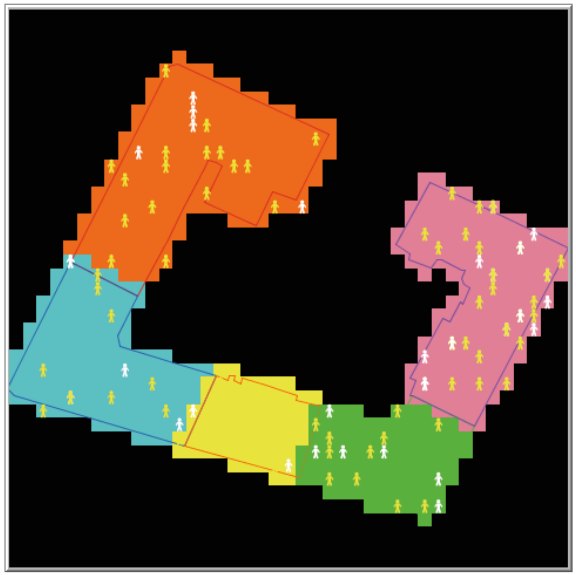
RETE NAZIONALE (32%)

PV (68%)

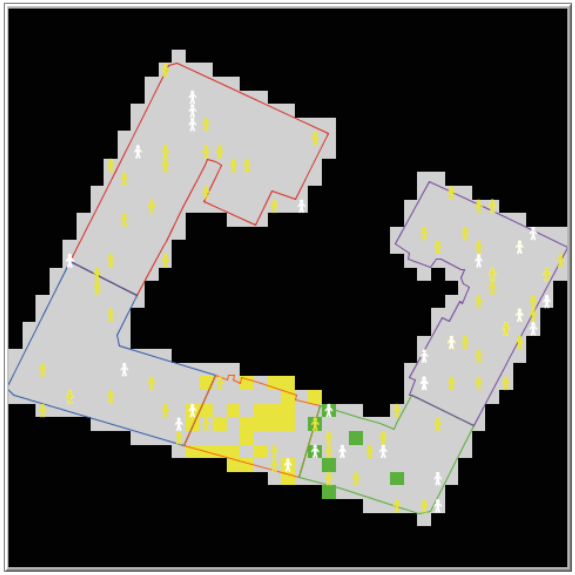
IDEA DI INSTALLARE I PV (32%)

PV INSTALLATI (3 edifici su 5)

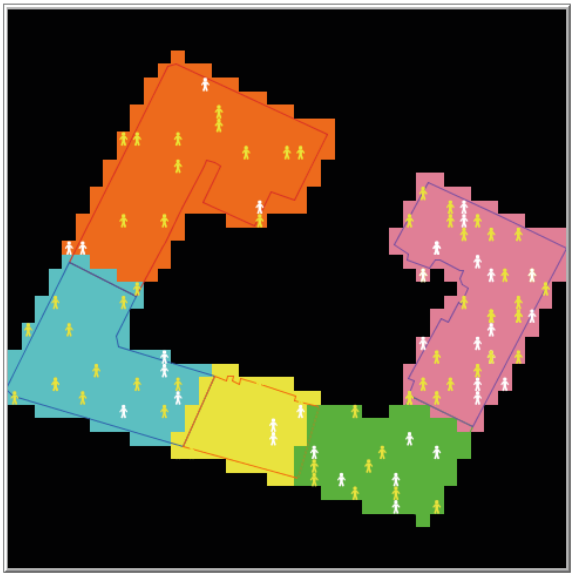
ANNO 5



ANNO 5



ANNO 5



Impostazioni:

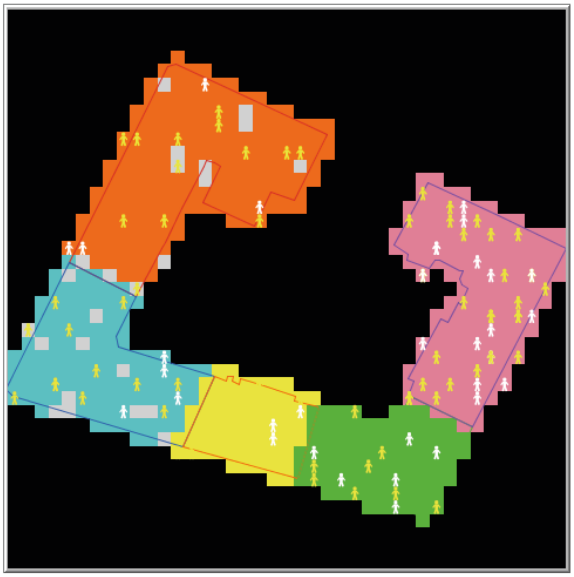
- % min. residenti concordi sull'adozione di PV per edificio: 75 %

RETE NAZIONALE (33%)

PV (67%)

IDEA DI INSTALLARE I PV (33%)

PV INSTALLATI (0 edifici su 5)

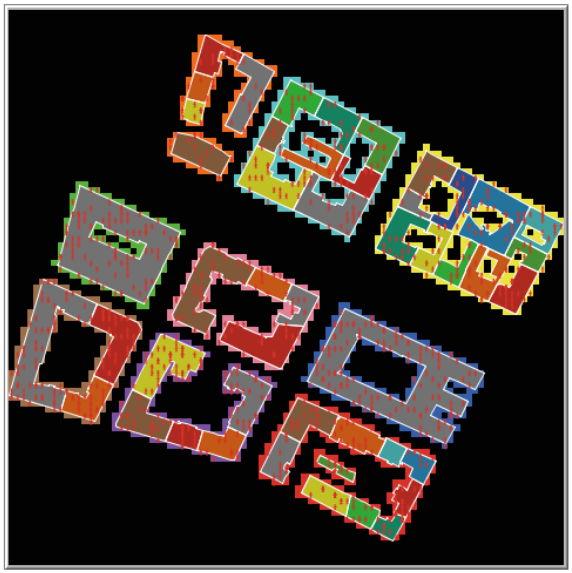


■ Modello 3: Ambiente GIS

Il terzo modello sviluppato, che vede nuovamente l'integrazione con il GIS, varia rispetto al modello precedente, in quanto vengono considerati più isolati con i rispettivi edifici. Nel caso specifico si tratta degli isolati lungo corso Marconi. La simulazione consente di avere una visione d'insieme sicuramente migliore rispetto a quella della simulazione precedente. L'approccio anche in questo caso è lo stesso, ma i parametri sono stati applicati in modo più specifico ad ogni edificio dell'isolato.

Per dare credibilità ai risultati, è necessario comunque allargare questo tipo di approccio a tutti gli isolati, perchè anche questo risulta limitante rispetto alla superficie dell'intero quartiere. Si tratta di una procedura piuttosto lunga, quindi è stata studiata una sola porzione ai fini dimostrativi. Il limite di questo modello riguarda la rappresentazione, in cui non si distingue precisamente il cambiamento di colore dell'edificio. Le problematiche sono dovuta sia ad alcune semplificazioni del software, ma anche ad una conoscenza limitata dei codici di istruzione. Trattandosi di un programma piuttosto complesso, soprattutto per le simulazioni di sistemi articolati come quelli analizzati in questi casi applicati, è richiesto uno studio maggiore per acquisire totale padronanza.

ANNO 0



RETE NAZIONALE (100%)

Impostazioni:

- % min. residenti concordi sull'adozione di PV per edificio: 50 %

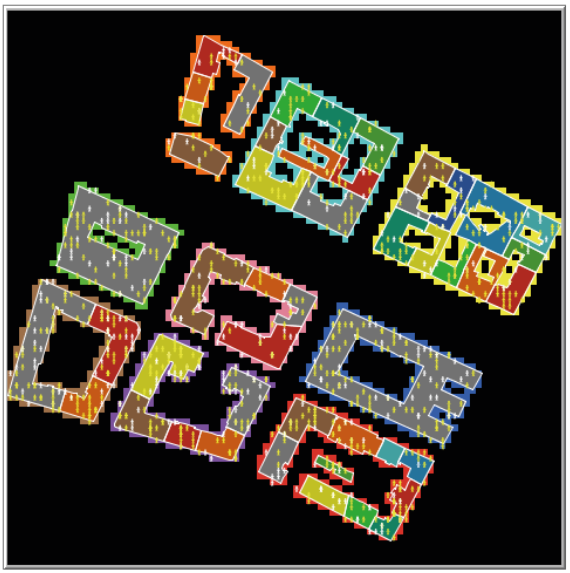
RETE NAZIONALE (29,4%)

PV (70,6%)

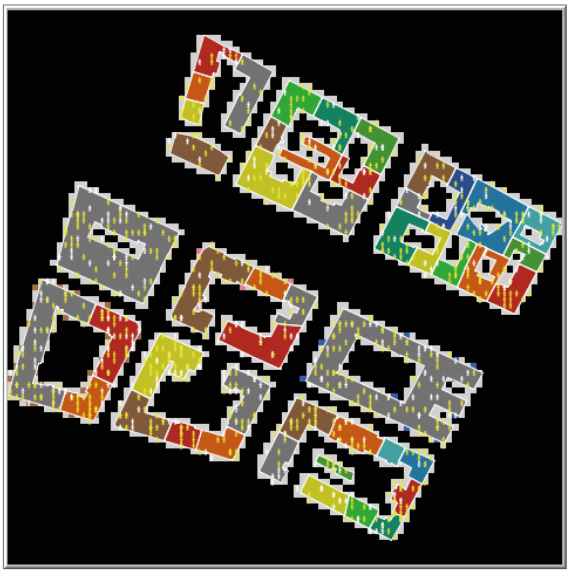
IDEA DI INSTALLARE I PV (29,4%)

PV INSTALLATI (42 edifici su 48)

ANNO 5



ANNO 5



5.3 SIMULAZIONE: DIFFUSIONE TEMPORALE DELLE TECNOLOGIE DI RETROFIT

Il secondo esempio applicato al quartiere di San Salvario riguarda la diffusione temporale di vari sistemi di retrofit. Anche in questo caso, dopo aver raccolto e analizzato i dati necessari, viene sviluppato un modello ABM che valuta la diffusione di tecnologie quali tripli vetri, isolante e impianti senza andare nello specifico delle tipologie per ogni sistema. Il modello tiene sempre conto della complessità delle decisioni degli attori umani, dell'interazione tra fattori relativi alle famiglie di agenti e fattori relativi a politiche esterne, che questa volta risultano più complessi in quanto i parametri e le scelte in gioco sono più numerosi. Il modello sviluppato non tiene conto delle caratteristiche del quartiere, la rappresentazione è irrealistica, in quanto il modello, sempre sviluppato con NetLogo, non è stato integrato con il GIS, ma nasce per motivi dimostrativi e consente di comprendere come alla variazione di alcuni parametri economici e fisici, gli agenti prediligano un certo tipo di tecnologia a discapito di altre. Se il primo modello quindi si basa essenzialmente sulla tempistica di diffusione di un solo sistema, qui gli agenti sono chiamati anche a fare una scelta tra varie opzioni di sistemi. Il procedimento e la struttura sono gli stessi del modello di diffusione temporale del sistema fotovoltaico: il principio di NetLogo si basa sulla TPM (Matrice di Transizione Probabile), che consente di calcolare dopo n anni la probabilità che una famiglia si trovi in uno degli stati possibili; la diffusione si basa sull'accettazione sociale da parte degli agenti e quindi sull'influenza del vicinato; il comportamento degli agenti segue le due teorie comportamentali sopra descritte (la teoria del comportamento pianificato e il modello *Belief-Desire-Intention*). Di seguito vengono analizzati metodologia, parametri e risultati ottenuti.

Raccolta dati e metodologia

I fattori che influenzano le scelte degli agenti sono: economici, quali il costo, il reddito familiare e il consumo energetico; sociali, quali l'influenza del vicinato, attributi propri e politiche governative, espresse sotto forma di incentivi. Anche in questo caso non è stato possibile ottenere i dati necessari per procedere con la simulazione, di conseguenza questi sono stati ipotizzati per il quartiere in esame.

I primi parametri che interessano la simulazione sono tre:

- la percentuale dei residenti di San Salvario che ha già realizzato piccoli interventi di retrofit al fine di migliorare le prestazioni dell'abitazione
- la percentuale di residenti di San Salvario che non ha realizzato alcun intervento e quanti tra questi sono vincolati dalla Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio
- il consumo energetico di ogni abitazione, in termini di costo ed energia.

Il reddito di ogni famiglia è stato reso nuovamente

una condizione necessaria per l'installazione di qualunque tipo di retrofit, in quanto correlato alla possibilità di pagare l'intervento. L'installazione di vetri e isolante richiede dunque un reddito mensile minimo di 750 euro, mentre l'impianto 500. La suddivisione degli abitanti in gruppi sulla base del reddito segue quella del modello sulla diffusione temporale del sistema fotovoltaico. Sono quindi state formulate le ipotesi iniziali per cui:

- una famiglia che ha già adottato una delle tecnologie può decidere, terminato il periodo di vita del sistema, di riutilizzarla o di tornare nello stato iniziale di non-retrofit
- una famiglia che non ha ancora adottato alcuna tecnologia può invece scegliere di installarne una o più in base a criteri economici, attributi propri e consumo energetico, influenzata dal vicinato e dalla propria proclività all'utilizzo di nuovi sistemi
- una famiglia residente in un edificio vincolato dalla Soprintendenza non può adottare alcun sistema che ne modifichi l'immagine (tripli vetri e isolante).

Altra condizione di installazione riguarda il consumo energetico annuo per cui gli agenti decido di adottare uno dei sistemi solo se tale valore è alto.

Le sequenze di funzionamento del modello NetLogo creato sono le seguenti:

- creazione del panorama e importazione dei dati ipotizzati sul quartiere in esame
- dimezzamento del costo della tecnologia impianto ogni tot anni, mentre gli altri costi rimangono invariati
- verifica dello stato della famiglia: se la famiglia è già in possesso di una o più tecnologie, viene verificata che la loro età sia inferiore alle rispettive durate di vita media, in caso contrario, vengono eliminate e la casa ha nuovamente la possibilità di scegliere quale tecnologia adottare
- per una famiglia che non ha adottato alcuna tecnologia, viene verificato se la soglia di vicinato e successivamente di reddito è soddisfatta per poter scegliere i sistemi; se affermativo, si applica la matrice di probabilità di transizione; in caso contrario, si ripete la sequenza fino alla fine della simulazione osservando l'influenza della variazione dei costi.

Parametri: Costi

Sulla base dei dati di San Salvario ipotizzati, il 60% delle famiglie è già in possesso di una o più tecnologie di retrofit, mentre del restante 40%, il 5% è vincolato. Uno o più sistemi vengono installati solo se una famiglia ha un reddito mensile sufficiente e se:

$$\left[C_{vetro/iso/imp} < C_{kWh} \right]$$

dove

- C_{kWh} è il costo del consumo energetico per kWh nello stato iniziale
- $C_{vetro/iso/imp}$ è il costo del/dei sistema/i adottato/i che tiene conto anche della differenza di consumo energetico che ne consegue ed è dato da

$$\left[\ C_{vetro/iso/imp} = CC_{vetro/iso/imp} + \%C_{kWh}\ \right]$$

dove

- $CC_{vetro/iso/imp}$ è il costo della materia prima più i costi operativi e di manutenzione; tra le tecnologie, solamente gli impianti subiscono una variazione di questo costo ogni 5 anni
- $\%C_{kWh}$ è il costo da pagare per il consumo energetico, che risulta inferiore di una certa percentuale in base alla/e tecnologia/e utilizzata/e.

Per ipotizzare la percentuale di costo risparmiata sul consumo energetico grazie all'applicazione di uno dei sistemi, ci si è riferiti al progetto Tabula. Tutti i costi sostenuti vengono poi attualizzati, così da poter essere paragonati.

Parametri: Incentivi

Gli studi dimostrano che incentivi e sussidi governativi positivi sono in gran parte responsabili della rapida crescita della diffusione delle tecnologie, le politiche positive infatti hanno stimolato in modo significativo la propagazione, sottolineando l'importanza dell'intervento del governo negli adattamenti delle nuove tecnologie. Gli incentivi $S_{\%}$ generalmente vengono calcolati in % rispetto al costo totale e per le spese sostenute fino al 31 dicembre 2018 sono pari al 65% o al 50% (www.agenziaentrate.gov.it). Il costo totale del sistema $C_{vetro/iso/imp\text{-}Totale}$ è dato da:

$$\left[\ C_{vetro/iso/imp\text{-}Totale} = (CC_{vetro/iso/imp} - S_{\%}) + \%C_{kWh}\ \right]$$

Esecuzione del modello su NetLogo

Inizializzazione

Globali [vetro-costo isolante-costo impianto-costo costo-elettricità vetro-energia-risparmiata isolante-energia-risparmiata impianto-energia-risparmiata totale-energia-risparmiata]

Patches EDIFICI [qualità area-casa piani finestre-dimensione isolante-dimensione consumo-energetico-mq vetro isolante impianto vetro-età isolante-età impianto-età no-retrofit vincolo]

Turtles RESIDENTI [retrofit-decisione no-retrofit-decisione età competenze propensione-innovazione reddito]

- 32% 750 < reddito (€) < 1.000
  20 < età (anni) < 34
  competenze ~0,50
- 25% 1.000 < reddito (€) < 1.500
  35 < età (anni) < 49
  competenze ~0,75
- 20% reddito (€) > 1.500
  50 < età (anni) < 64
  competenze ~0,80
- 28% 500 < reddito (€) < 750
  età (anni) > 65
  competenze ~0,30

Modello 4: Ambiente artificiale

Per questa simulazione è stato sviluppato un unico modello senza l'integrazione del GIS, di conseguenza il limite più grande è che l'ambiente rappresentato è irrealistico, non presenta la reale distribuzione degli edifici del quartiere e le dimensioni,

d'altra parte però consente di studiare e verificare le tendenze rispetto a eventuali variazioni economiche.

Gli agenti, i residenti del quartiere San Salvario, come nel primo modello dei pannelli fotovoltaici, sono rappresentati dagli *shape* "casa", così da far comprendere meglio il fatto che si tratta di entità fisse, in quanto decidono solo ed esclusivamente per la loro proprietà, ma perdendo la distinzione tra *turtles* e *patches*. Le case rosse (40%) sono quelle che non hanno alcun retrofit, di queste il 5% sono vincolate dalla Soprintendenza, quindi non hanno possibilità neanche in futuro di applicare una delle tecnologie. Le case blu (60%) sono quelle già in possesso di una tecnologia o più, di queste:

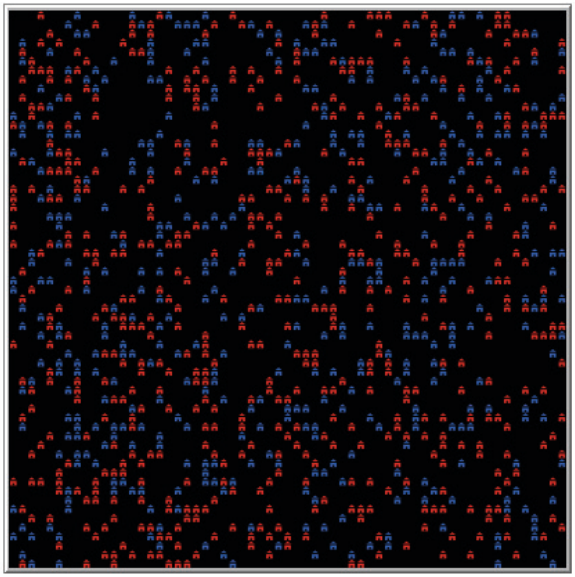
- 10% è provvista di nuovi vetri, isolante e nuovo impianto
- 10% di nuovi vetri
- 5% di isolante
- 35% di nuovo impianto.

Le percentuali momentaneamente sono state ipotizzate, ma tramite questionari ai diretti interessati è possibile ricavare valori reali e ottenere risultati più attendibili.

Il limite di questo modello è che non vengono considerati gli edifici come condomini, le cui decisioni quindi dipendono anche dall'interazione tra le persone all'interno. Le proprietà degli agenti "casa" sono frutto quindi di una media delle proprietà di ogni residente all'interno. Le figure che seguono mostra il settaggio iniziale del modello, nell'anno zero, dopo 5 anni e al termine della simulazione.

Dopo 5 anni, il numero di famiglie in possesso di uno dei sistemi di retrofit (blu) rappresentano il 92% di tutte le famiglie. Questa crescita piuttosto massiccia è attribuibile a molti fattori, tra i quali il calo dei costi dell'impianto, ma soprattutto la forte influenza del vicinato grazie al numero maggiore di installazioni e in generale all'aumento della consapevolezza dei benefici socio-economici e ambientali delle tecnologie. Il trend mostra una crescita continua fino a stabilizzarsi.

ANNO 0



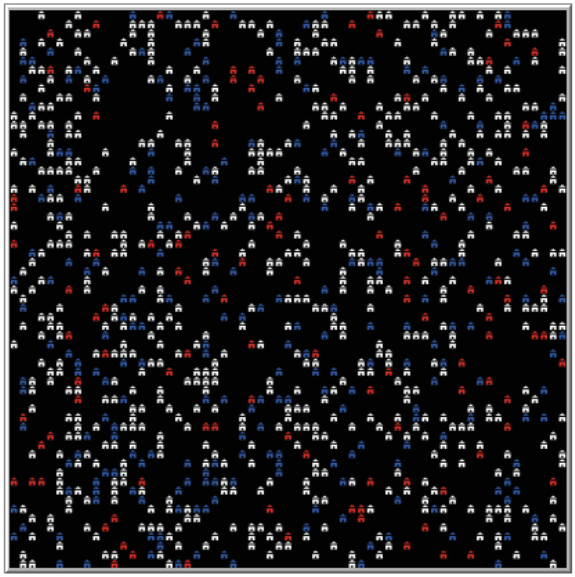
NESSUN RETROFIT (40%)

RETROFIT (60%)

Impostazioni:

CC_{vetro}	150	€/m²
CC_{iso}	20	€/m²
CC_{imp}	1.500	€/m²
Vita nominale vetro	25	anni
Vita nominale isolante	25	anni
Vita nominale impianto	20	anni
Costo energia (fascia unica)	0,087	€/kWh
Tasso di attualizzazione	0,82	-
Incentivi	50	%
RR	30	edifici
V_{RR}	0,05	-
Fabbisogno energetico	30	kWh/m²
$\%C_{vetro\text{-}kWh}$	80	%
$\%C_{iso\text{-}kWh}$	70	%
$\%C_{imp\text{-}kWh}$	80	%

ANNO 5



NESSUN RETROFIT (8%)

RETROFIT (92%)

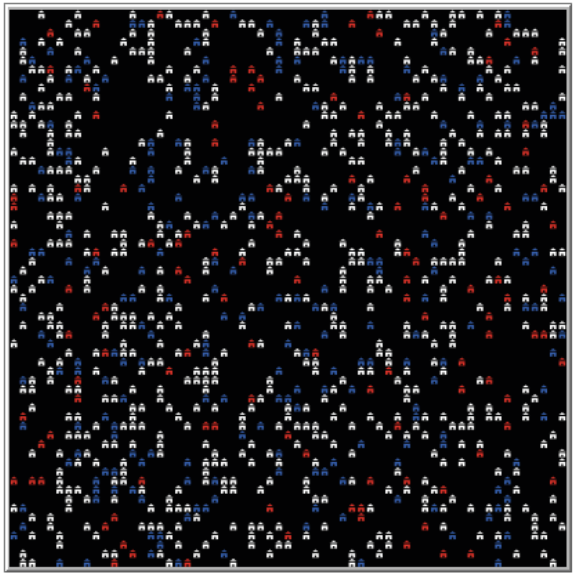
IDEA DI INSTALLARE UNA TECNOLOGIA (61,5%*)

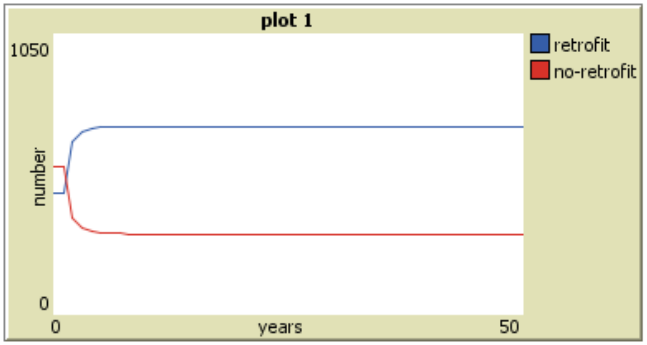
Variazioni:

CC_{imp}	1.125	€/m²

*La percentuale tiene conto anche di quegli agenti già in possesso di una delle tecnologie, ma che sta sviluppando l'idea di installarne altre

ANNO 50





Come si evince dai grafici, dal quinto anno la situazione registra variazioni lievi, nonostante il prezzo dell'impianto nell'anno 5, 10, 15, 20 e 25 subisca un abbassamento, probabilmente non sufficiente a incentivare gli agenti a scegliere il sistema.

Sulla soglia di vicinanza e sul raggio di rilevamento è possibile fare le stesse considerazione già formulate nei modelli precedenti, lo stesso vale per gli incentivi, senza i quali le percentuali di adozione si dimezzerebbero quasi.

CONCLUSIONE

La gestione sostenibile del territorio richiede l'uso di politiche e azioni che raggiungano il massimo beneficio ambientale e socio-economico per il minor costo considerato nel lungo termine. Fornire una base di conoscenze ad amministrazioni e professionisti per discussioni efficaci e decisioni politiche informate, per il riconoscimento dell'ampia gamma di prospettive disponibili e delle conseguenze ecologiche delle politiche di utilizzo del territorio in modo integrato, è una questione chiave, soprattutto quando tra i protagonisti del modello vi sono i cittadini, entità alle quali non è richiesto avere conoscenze specifiche nel campo. Se il sistema in esame è semplice e le interazioni sono predeterminate, le prestazioni future del sistema potrebbero essere una predizione semplice per il modello ABM. Nonostante le previsioni si basino sul monitoraggio e sull'analisi di storie reali, non è così semplice confrontare i risultati in quanto le dinamiche della coppia uomo-sistema ambientale sono molto complesse e incerte nel tempo e nello spazio. Il comportamento umano è altamente imprevedibile e la sua parametrizzazione è incerta. Questo sta a significare che la replica di un successo storicamente avvenuto, non garantisce la validità e la buona riuscita di una previsione futura. In una simulazione a lungo termine, i rischi associati e l'incertezza diventano ancor più alti, quindi si riduce il potere predittivo, seppure il trend si possa verificare. La prospettiva della valutazione della sostenibilità richiede una visione olistica del comportamento futuro del sistema che coinvolge più indicatori di performance ma soprattutto diverse discipline. I tentativi di prevedere un futuro così globale hanno poco significato dal momento che la maggior parte dei modelli di previsione consolidati, come ABM, acquisisce alcune parti del sistema abbastanza bene mentre altre parti sono sottodimensionate.

L'approccio basato su scenari è stato riconosciuto come un modo utile per far avanzare il problema della visione del futuro del sistema di fronte a complessità e incertezza elevate. Lo scenario è una descrizione di un'ipotetica situazione futura, che consente di andare avanti dalla situazione originale con lo scopo di concentrarsi su alcuni punti. Gli scenari sono quindi possibili futuri percorsi in uno spettro di condizioni esse stesse ipotizzate come fonti di rischio e motori del cambiamento. Sono molti i casi tuttavia in cui sono stati costruiti da ricercatori scenari sui modelli predittivi di uso del suolo che ignorano i ruoli

espliciti degli attori umani nel cambiamento, le simulazioni sociali tendono a trattare il mondo bio-fisico non supportando le valutazioni di impatti delle azioni umane sull'ambiente naturale. Seppure questo non sia il caso dei modelli Agent-Based, in cui gli aspetti sociali sono in prima linea, la modellizzazione si è rivelata adatta per esporre la coevoluzione dei sistemi umani e del paesaggio urbano, inteso come ambiente complesso e ricco di proprietà, ma piuttosto limitanti su altri fronti.

In effetti, ABM è una potente metodologia in grado di considerare diversi aspetti di situazioni complesse e di fornire classifiche sia in termini di scenari alternativi che di criteri decisionali qualitativi e quantitativi. Uno dei principali vantaggi è quello di consentire agli agenti di esprimere le proprie preferenze rispetto ai criteri decisionali. I grandi limiti dell'approccio, oltre ad alcune questioni legate alla teorizzazione del modello, riguardano anche gli stessi software: da una parte gli strumenti più complessi richiedono conoscenze nel campo della programmazione approfondite, dall'altra i programmi *open source* con codici semplificati, come NetLogo, a volte non rispondono agli obiettivi per i quali nasce la simulazione. Per questa ragione, come mostra il progetto di tesi, di tutte le analisi fatte sul quartiere nelle sezioni iniziali, pochi fattori sono stati poi considerati nei modelli sviluppati. Lo stesso vale per gli agenti potenzialmente interessati al progetto di rigenerazione. Come si evince dai due modelli di diffusione temporale sviluppati, i veri protagonisti sono i cittadini, gli altri agenti, se presenti, influenzano le decisioni dei residenti attraverso politiche, incentivi e parametri esterni.

In conclusione, pur con alcune questioni non risolte e talvolta irrisolvibili, il metodo sviluppato è interessante e funzionale per il supporto di decisioni, avendo comunque ben chiaro che si tratta di simulazioni, che si avvicinano alla realtà ma non potranno mai descrivere con esattezza l'evoluzione di sistemi così complessi dove ci sono regole che governano le interazioni tra le entità all'interno, ma dove incidono anche molti fattori soggettivi legati alla percezioni degli agenti e che non sono quindi totalmente prevedibili.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., "Abitare sociale: nuovi strumenti e nuove domande", IRES (Istituto di Ricerche Economico-Sociali del Piemonte), Torino 2012

Ahmed, K. G., "Urban social sustainability: A study of the Emirati local communities in Al Ain", Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability 5, 2012

Ajzen I., "The theory of planned value", 1985

Alberti M., Booth D., Hill K., Coburn B., Avolio C., Coe S., "The impact of urban patterns on aquatic ecosystems: An empirical analysis in Puget lowland sub-basins", Landscape and Urban Planning 80, 2007

Allwinkle S., Deakin M, "Urban regeneration and sustainable communities: the role of networks, innovation and creativity in building successful partnerships", Journal of Urban Technology, 2007

Allwinkle S., Cruickshank P., "Creating smart-er cities: An overview", Journal of Urban Technology, 2011

Alonso W., "Location and land use", Publications of the Joint Center for Urban Studies, 1964

Alpa, G., "General principles of law", Annual Survey of International & Comparative Law 1, 1994

Andersen HT, Van Kempen R., "New trends in urban policies in Europe: evidence from the Netherlands and Denmark", Cities 20, 2003

Anguelovski I., "Alternative food provision conflicts in cities: Contesting food privilege, injustice, and whiteness in Jamaica Plain, Boston", Geoforum 58, 2015a

Anguelovski I., "Tactical developments for achieving just and sustainable neighborhoods: the role of community-based coalitions and bottom-to-bottom networks in street, technical, and funder activism", Environment and Planning C: Government and Policy 33, 2015b

Argyris C., Schön D., "Organizational Learning II: Theory, Method and Practice", 1996

Ayers J., "International funding to support urban adaptation to climate change", Environment and Urbanization 21, 2009

Badland H. M., White M., Macaulay G., Giles-Corti B., "Using simple agent-based modeling to inform and enhance neighborhood walkability", International Journal of Health Geographics 12, 2013

Baeten G., "Normalising neoliberal planning: the case of Malmö, Sweden", Contradictions of Neoliberal Planning

102, Springer, 2012

Bailey J., "Lessons from the Pioneers: Tackling Global Warming at the Local Level", 2007

Baker S., "Sustainable Development", Routledge, New York 2006

Baker S., Eckerberg K., "Governance for sustainable development in Sweden: the experience of the local investment programme", Local Environment 12, 2007

Baldini M., "La casa degli italiani", il Mulino, Bologna 2010

Barbagli M., "La sicurezza dei cittadini. Reati, vittime, insicurezza dei cittadini", ISTAT, Roma 1998

Barton H., "Eco-neighbourhoods: A review of projects", Local Environment 3, 1998

Batty M., Barros J., Alves S. Jr., "Cities: Continuity, Transformation and Emergence", CASA Working Paper 72, University Collage London, 2004

Batty M., Axhausen K. W., Giannotti F., et al, "Smart cities of the future", The European Physical Journal Special Topics 214, 2012

Beames A., Broekx S., Schneidewind U., Landuyt D., van der Meulen M., Heijungs R., Seuntjens P., "Amenity proximity analysis for sustainable brownfield redevelopment planning", Landscape and Urban Planning 171, 2018

Bell S., "System City: Urban Amplification and Inefficient Engineering", Urban Constellations, Jovis, Berlino 2011

Belluati M., "L'in-sicurezza dei quartieri: media, territorio e percezioni di sicurezza, Franco Angeli, Milano 2004

Bertrand D., Vanoni D., Depresle B., Joutard P., "Renouveler la ville: les nouveaux défis des professionnels de l'aménagement", Moniteur, Parigi 2008

Betsill M., "Mitigating climate change in US cities: opportunities and obstacles", Local Environment 6, 2001

Bice M., Burgy D., Harvey B., Kay A., Kirschenbaum J., Kravetz D., Ricke M., Snuck K., Worstell C., "Developing Eco-Districts in New Jersey: A New Paradigm for Sustainable Development", 2011

Bocco A., "Trasformazioni, reti e politiche pubbliche a San Salvario, Torino", Archivio di studi urbani e regionali 90, 2007

Bollinger B., Gillingham K., "Peer Effects in the Diffusion of Solar Photovoltaic Panels", 2012

Boltanski L., The´venot L., "On Justification: Economies of Worth", Princeton University Press, 2006

Bonabeau E., "Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems", Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of Amercia 99, 2002

Bossel H., "Policy assessment and simulation of actor orientation for sustainable development", Ecological Economics 34, 2000

Boström M., "A missing pillar? Challenges in theorizing and practicing social sustainability: introduction to the special issue", Sustainability: Science, Practice, & Policy 8, 2012

Bratman M. E., "Intentions, Plans, and Practical Reason", 1987

Breheny M., "Sustainable development and urban form", Pion, London 1992

Bricocoli M., "The local police as a pioneer on the road towards an integrated and partecipated approach to urban safety and risk perception? A cross reading of experiences in Milano and Torino", Conference on safety and crime prevention by urban design, Mollet del Vallès 2001

Brundtland G. H., "World Commission on Environment and Development", Our common future 383, 1987

Bryson J., "The nature of gentrification", Geography Compass 7, 2013

Bulkeley H., Betsill M., "Cities and Climate Change: Urban Sustainability and Global Environmental Governance", Routledge, Londra 2003

Bulkeley H., "Cities and the governing of climate change", Annual Review of Environment and Resources 35, 2010

Bulkeley H., Castán Broto V., "Government by experiment? global cities and the governing of climate change", Transactions of the Institute of British Geographers 38, 2012

Canella G., Manganaro E., "Per una architettura realista", Maggioli Editore, 2015

Caprotti F., "Eco-urbanism and the eco-city, or, denying the right to the city?", Antipode 46, 2014

CELID, "Il riconoscimento di classi di tipologie edilizie nel nucleo centrale di Torino", Torino 1983

Censis, "37° Rapporto sulla situazione sociale del Paese", Fondazione CENSIS, Roma 2003

Charania A. C., Olds J. R., DePasquale D., "Sub-Orbital Space Tourism Market: Predictions of the Future Marketplace Using Agent-Based Modeling", SpaceWorks Engineering, Atlanta 2006

Checker M., "Wiped out by the "greenwave": environmental gentrification and the paradoxical politics of urban sustainability", City & Society 23, 2011

Choguill C.L., "Sustainable cities: Urban policies for the future. Habitat International", Habitat International 17, 1993

Choguill C.L., "Developing sustainable neighbourhoods", Habitat International 32, 2008

CICSENE, "Problematiche e opportunità di un "quartier latin": San Salvario-Torino", AGAMI, Cuneo 1996

CICSENE, "Studio di fattibilità sugli interventi di riqualificazione nel quartiere di San Salvario", AGAMI, Cuneo 1997

CICSENE, Bocco A., "Cittadini stranieri e città. Distribuzione spaziale, luoghi della vita e dell'identità a Torino", 2003

"Circoscrizione VIII: San Salvario, Cavoretto, Borgo Po", Città di Torino, Torino 2000

City of Copenhagen, "A Metropolis for people, Visions and goals for urban life in Copenhagen 2015", 2008

City of Vienna, "Environment in Vienna - Vision, Guidelines, Objectives", 2010

Colantonio A., "Traditional and Emerging Prospects in Social Sustainability", EIBURS Working Paper Series, 2008

Colantonio A., Dixon T., Ganser R., Carpenter J., Ngom-

be A., "Measuring socially sustainable urban regeneration in Europe. Oxford Institute for Sustainable Development (OISD)", Oxford Brookes University, 2009

Commissione Europea, "EU SET-Plan: Strategic Energy Technology Plan", non datato

Commissione Europea, "European Initiative on Smart Cities", 2012

Corfee-Morlot J., Cochran I., Teasdale P. J., "Cities and climate change: harnessing the potential for local action", Competitive Cities and Climate Change: OECD International Proceedings, Milano 2008

Corfee-Morlot J., et al., "Cities, climate change and multilevel governance", OECD Environment Working Papers 14, 2009

Cottino P., Zandonai F., "Progetti d'impresa sociale come strategie di rigenerazione urbana: spazi e metodi per l'innovazione sociale", Euricse Working Paper, n. 042|12, 2012

Covington J., Taylor R. B., "Fear of crime in urban residential neighborhoods: Implications of Between- and Within-Neighborhood Sources for Current Models", The Sociological Quarterly 32, 1991

Criterion Planners, "A global survey of urban sustainability rating tools", 2014

Crooks A., "Exploring cities using agent-based models and gis", Working Papers Series 109, 2006

Cucca R., "The unexpected consequences of sustainability. Green cities between innovation and ecogentrification", Sociologica 2, 2012

Cucca R., "The social impact of green urban renewal in two European Capital Cities: Copenhagen and Vienna in comparison", 2017

D'Apote L., "Crisi e rigenerazione di un quartiere urbano: il caso di San Salvario a Torino.", Rel. Agata Spaziante, Elisabetta Forni, Politecnico di Torino, Corso di laurea specialistica in Architettura (progettazione urbana e territoriale), 2010

Dale A., Newman L., "Sustainable development for some: green urban development and affordability", Local Environment 14, 2009

de Courson J., "La prospective des territoires concepts, méthodes, résultats", Dossier CERTU, Lione 1999

Dillard J., Dujon V., King M., "Understanding the Social Dimension of Sustainability", Routledge, Londra 2009

Ding GKC, "Sustainable construction - the role of environmental assessment tools", Journal of Environmental Management 86, 2008

Drilling M., Schnur O., "Sustainable urban neighborhood development: Standings, practical example and perspectives", 2012

Dutton W. H., Blumler J. G., Kraemer K. L., "Wired cities: Shaping future communication", Macmillan, New York 1987

Eynard E., Melis G., Tabasso M., "Una metodologia per il calcolo della camminabilità in città: il walk index a Torino", 2017

Fagotto E., Fung A., "Empowered participation in urban governance: The Minneapolis neighborhood revitalization

program", International Journal of Urban and Regional Research 30, 2006

Farr D., "Sustainable urbanism: Urban design with nature", Wiley, New Jersey 2008

Ferber J., "Multi-Agent Systems: An introduction to Distribuited Artificial Intelligence", Reading, 1999

Ferrero G., "Aiutare i programmi complessi", L'Artistica, Savigliano 2004

Fichera A., Pluchino A., Volpe R., "A multi-layer agent-based model for the analysis of energy distribution networks in urban areas", non datato

Fisher, C. S., "The urban experience (2nd ed.)", Harcourt Brace, San Diego 1984

Fitzgerald J., Lenhart J., "Eco-districts: Can they accelerate urban climate planning?", Environment and Planning C: Government and Policy, 2015

Freeman C., "Development of a simple method for site survey and assessment in urban areas", Landscape and Urban Planning 44, 1999

Gabbriellini S., "Simulare meccanismi sociali con NetLogo", Franco Angeli, 2010

Gabetti R., Griseri A., "Architettura dell'Eclettismo/Saggio su Giovanni Schellino", Einaudi, Torino 1973

Galster G., Quercia R., Cortes A., "Identifying sustainable neighborhoods: An empirical exploration of threshold effects", The sustainable city, WIT Press, Southampton, 2000

Gamper-Rabindran S., Mastromonaco R., Timmins C., "Valuing the benefits of superfund site remediation: Three approaches to measuring localized externalities", National Bureau of Economic Research, 2011

Geurs K.T., van Wee B., "Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions", Journal of Transport Geography 12, 2004

Gibson R. B., Hassan S., Holtz S., Tansey J., Whitelaw G., "Sustainability assessment: Criteria and processes", Earthscan, Londra 2005

Gibson R. B., "Sustainability assessment: Basic components of a practical approach", Impact Assessment and Project Appraisal 24, 2006

Gokulan B. P., Srinivasan D., "An Introduction to Multi-Agent Systems", Innovation in Multi-Agent Systems and Applications 1, 2010

Gould K. A., Lewis T. L., "The environmental injustice of green gentrification", The World in Brooklyn: Gentrification, Immigration, and Ethnic Politics in a Global City, 2012

Governa F., Saccomani S., "Periferie tra riqualificazione e sviluppo locale. Confronto sulle metodologie e sulle pratiche di intervento in Italia e in Europa", Alinea Editrice, Firenze 2002

Graham S., Marvin S., "Planning cybercities: Integrating telecommunications into urban planning", Town Planning Review 70, 1999

Granberg M., Elander I., "Local Governance and Climate Change: Reflections on the Swedish Experience", Local Environment 12, 2007

Grant J., "Planning the good community: New urbanism in

theory and practice", Routledge, New York 2006

Greenfield A., "Everyware: The dawning age of ubiquitous computing", New Riders, Boston 2006

Greenfield A., "Against the smart city – The city is here for you to use", Do projects, New York 2013

Griffin A. F., Stanish C., "An Agent-Based Model of Prehistoric Settlement Patterns and Political Consolidation in the Lake Titicaca Basin of Peru and Bolivia", Structure and Dynamics: eJournal of Anthropological and Related Sciences 2, 2007

Grimm N. B., Faeth S. H., Golubiewski N. E., Redman C. L., Wu J., Bai X., "Global change and the ecology of cities", Science 319, 2008

Guo Y., Zhang H., Dong J., Di Shen, Yin J., "Agent-Based Simulation and Data Mining Analysis for Effect of Purchase Price in Households' Solar Energy Adoption Process", Springer, 2014

Hancke G. P., de Carvalho e Silva B., Hancke G. P. Jr., "The role of advanced senging in smart cities", Sensors 13, 2013

Harvey B., "Computer Science Logo Style", MIT Press, 1997

Hatz G., "City Profile: Vienna", Cities 25, 2008

Hayek U. W., Efthymiou D., Farooq B., von Wirth T., Teich M., Neuenschwander N., et al., "Quality of urban patterns: Spatially explicit evidence for multiple scales", Landscape and Urban Planning 142, 2015

Heppenstall A. J., Evans A. J., Birkin M. H., "Application of multi-agent systems to modelling a dynamic, locally interacting retail market", Journal of Artificial Societies and Social Simulation 9, 2006

Heppenstall A. J., Crooks A. T., See L. M., Batty M., "Agent-Based Models of Geographical Systems", Springer, 2012

Herbst H., Herbst V., "The development of an evaluation method using a geographic information system to determine the importance of wasteland sites as urban wildlife areas", Landscape and Urban Planning 77, 2006

Holden M., "Social learning in planning: Seattle's sustainable development codebooks", Progress in Planning 69, 2008

Holden M., Li C., Molina A., "The Emergence and Spread of Ecourban Neighbourhoods around the World", Sustainability 7, 2015

Hollands R. G., "Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?", City 12.3, 2008

Hollands R. G., "Is an "Alternative" Smart City Possible? Critically Revisiting the Smart City Debate", 2013

Holling C., Meffe G. K., "Command and control and the pathology of natural resource management", Conservation Biology 10, 1996

Hosseinali F., Alesheikha A. A., Nourian F., "Agent-based modeling of urban land-use development, case study: Simulating future scenarios of Qazvin city", Cities 31, 2013

Hulsbergen E., Stouten P., "Urban renewal and regeneration in the Netherlands Integration lost or subordinate?", City 5, 2001

IEA (International Energy Agency), "World energy outlook 2008. International Energy Agency", 2008

Ilahi A., Axhausen K. W., "Measuring accessibility using an activity based model approach in Jabodetabek", Conference Paper, 2017

IRES PIEMONTE, "Il quartiere torinese di San Salvario: conflitti e prospettive in un quartiere urbano", Relazione sulla situazione socio-economica del Piemonte, Torino 1995

IRES PIEMONTE, "Crisi urbane: che cosa succede dopo? Le politiche per la gestione della conflittualità legata ai problemi dell'immigrazione", Working paper 135, Torino 2000

Isenhour C., McDonogh G., Checker M., "Sustainability in the Global City: Myth and Practice", Cambridge University Press, Cambridge 2015

Ishida T., Isbister K., "Digital cities: Technologies, experiences, and future perspectives", Springer, 2000

Jabareen Y. R., "Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts", Journal of Planning Education and Research 26, 2006

Jahn T., Bergmann M., Keil F., "Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization", Ecological Economics, 2012

Jala D., Musso S., "Territorio, fabbrica e cultura operaia a Torino (1900-1940)", Regione Piemonte, Cuneo 1981

Jaya G. N. M., Ruchjana B. N., "The comparison of Spatial Econometric Models to estimate spillover effect by means of Monte Carlo simulation", Journal of Engineering and Applied Sciences 11, 2016

Jones C., Leishman C., MacDonald C., "Sustainable urban form and residential development viability", Environment and Planning A 41, 2009

Joss S., Cowley R., Tomozeiu D., "Towards the "ubiquitous eco-city": an analysis of the internationalization of eco-city policy and practice", Urban 6, 2013

Joubert L., "Creative communities: The arts, social responsibility and sustainable planning and development", The sustainable city III, WIT Press, Londra 2004

Kadi J., "Recommodifying Housing in Formerly "Red" Vienna?, Housing, Theory and Society", 2015

Kari J., "Cellular Automata", University of Turku, 2011

Katoshevski-Cavari R., Arentze T. A., Timmermans H. J. P., "Sustainable city-plan based on planning algorithm, planners' heuristics and transportation aspects", Procedia - Social and Behavioral Sciences 20, 2011

Kavaratzis M., "From city marketing to city branding: Towards a theoretical framework for developing city brands", Place Branding 1, 2004

Keil R., "Sustaining modernity, modernizing nature: The environmental crisis and the survival of capitalism", The Sustainable Development Paradox: Urban Political Economy, Guilford Press, Londra 2007

Kern K., Koll C., Schouphaus M., "The diffusion of local agenda 21 in Germany: comparing the German federal states", Environmental Politics 16, 2007

Kern K., Alber G., "Governing climate change in cities: modes of urban climate governance in multi-level sy-

stems", Competitive Cities and Climate Change 8, Milano 2008

Kitchin R., "Big data and human geography: Opportunities, challenges and risks", Dialogues in Human Geography, 2013

Kitchin R, "The real-time city? Big data and smart urbanism", GeoJournal, Springer, 2014

Klauser F., "Through Foucault to a political geography of mediation in the information age", Geographical Helvetica 68, 2013

Komninos N., "Intelligent cities: Innovation", Routledge: Knowledge Systems and Digital Spaces, 2002

Kourtit K., Nijkamp P., Arribas-Bel D., "Smart cities perspective - A comparative European study by means of self-organizing maps", Innovation 25, 2012

Krueger R., Gibbs D., "The Sustainable Development Paradox: Urban Political Economy in the United States and Europe", Guilford Press, Londra 2007

Krutli P., Stauffacher M., Flueler T., Scholz R. W., "Functional-dynamic public participation in technological decision-making: Site selection processes of nuclear waste repositories", Journal of Risk Research 13, 2010

Langa D. J., Scholz R. W., Binder C. R., Wie, A., Staubli B., "Sustainability Potential Analysis (SPA) of landfills - A systemic approach: Theoretical considerations", Journal of Cleaner Production 15, 2007

Langa D. J., Wiek A., Bergmann M., Stauffacher M., Martens P., Moll P., "Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges", Sustainability Science 7, 2012

Langa D.J., Luederitza C., Von Wehrdenb H., "A systematic review of guiding principles for sustainable urban neighborhood development", Landscape and Urban Planning 118, 2013

Larsen H. G., Hansen A. L., "Gentrification: Gentle or Traumatic? Urban Renewal Policies and Socioeconomic Transformations in Copenhagen", Urban Studied 45, 2008

Le Q. B., Park S. J., Vlek P. L. G., "Land Use Dynamic Simulator (LUDAS): A multi-agent system model for simulating spatio-temporal dynamics of coupled human–landscape system: 2. Scenario-based application for impact assessment of land-use policies", Ecological Informatics 5, 2010

Lenhart J., Bouteligier S., Mol A., Kern K., "Cities as learning organisations in climate policy: the case of Malmö", International Journal of Urban Sustainable Development 6, 2014

Lewis T., Gould K., "Green Gentrification: Urban Sustainability and the Struggle for Environmental Justice", Routledge, Londra 2016

Li F., Wang R., Paulussen J., Liu X., "Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: A case study in Beijing, China", Landscape and Urban Planning 72, 2005

Li X., Ramshani M., Khojandi A., Omitaomu O., "An agent based model for joint placement of PV panels and green roofs", Conference Paper, 2017

Lombardi P., Abastante F., Torabi Moghadam S., Toniolo J.,

"Multicriteria Spatial Decision Support Systems for Future Urban Energy Retrofitting Scenarios", 2017

Losasso M., D'Ambrosio V., "Eco-quartieri e Social Housing nelle esperienze nord europee", Firenze University Pres, 2011

Loukaitou-Sideris A., "Is it safe to walk? 1 neighborhood safety and security considerations and their effects on walking", Journal of Planning Literature 20, 2006

Lugo A., "Can human infrastructure combat green gentrification? Ethnographic research on bicycling in Los Angeles and Seattle", Sustainability in the Global City, New York 2015

Luque-Ayala A., Marvin S., "Developing a Critical Understanding of Smart Urbanism?", 2015

Macal C. M., North M. J., "Tutorial on agent-based modelling and simulation", Proceedings of the 2005 Winter Conference, 2005

Macal C. M., North M. J., "Agent-based modeling and simulation", Conference Paper, 2009

Machin S., Manning A., "The causes and consequences of long-term unemployment in Europe", Handbook of Labor Economics, Elsevier, 1998

Malcovati S., "Progetti per la città compatta. Il caso di San Salvario a Torino", EAAE-ARCC - Politecnico di Milano, Milano 2012

Malleson N., "Agent-based modelling of Burglary", School of Geography, 2010

Mariani M., "Torino: le ville di San Salvario: dall'analisi tipologica al progetto per una residenza studentesca", Rel. Silvia Malcovati, Orio De Paoli, Torino, 2013

Marique A. F., Reiter S., "Towards more sustainable neighbourhoods: Are good practices reproducible and extensible? A review of a few existing sustainable neighbourhoods", Conference on Passive and Low Energy Architecture, Belgio 2011

Markusen A., Schrock G., "The distinctive city: divergent patterns in growth, hierarchy and specialization", Urban Studies 43, 2006

Matznetter W., 2002 "Social Housing Policy in a Conservative Welfare State: Austria as an Example", 2002

McDaniel, R. R., Jr., & Driebe, D. J., "Uncertainty and surprise in complex systems", Springer-Verlag, Berlino 2005

Meadowcraft J., "Planning for sustainable development: what can be learnt from the critics?" Planning Sustainability Eds M Kenny, Routledge, Londra 1999

Mela A., "La città con-divisa. Lo spazio pubblico a Torino", Franco Angeli, Milano 2014

Mercer Human Resource Consulting 2016, Worldwide Quality of Living Survey 2016 (www.mercer.com)

Mock K. J., Testa J. W., "An agent-based model of predator-prey relationships between transient killer whales and other marine mammals", University of Alaska Anchorage, 2007

Mori K., Christodoulou A., "Review of sustainability indicexs and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI)", Environmental Impact Assessment Review 32, 2012

Mucchi Faina A., "L'influenza sociale", Il Mulino, 1996

Musterd S., Murie M., "Edited by Making competitive cities", Wiley-Blackwell, Oxford 2010

Natividade-Jesus E., Tralhao L., "Housing evaluation with web-SDSS in urban regeneration actions", Municipal Engineer, 2013

Newman P. W. G., "Sustainability and cities: Extending the metabolism model", Landscape and Urban Planning 44, 1999

Newton P., Murray S., et al., "Towards a new development model for housing regeneration in greyfield residential precincts", AHURI, 2011

Nohl W., "Sustainable landscape use and aesthetic perception: Preliminary reflections on future landscape aesthetics", Landscape and Urban Planning 54, 2001

OECD, "Territorial Review: Copenhagen, Geneva", 2009

Olagnero M., Ortona G., Saccomani S., "Programmi di recupero urbano. Rapporto intermedio di valutazione", Torino 2001

Paal M., "Metropolitan Governance and Regional Planning in Vienna", Metropolitan governance and spatial planning: comparative case studies of European city-regions, Spon Press, Londra 2003

Pearsall H., Anguelovski I., "Contesting and Resisting Environmental Gentrification: Responses to New Paradoxes and Challenges for Urban Environmental Justice", Sociological Reasearch Online 31, 2016

Philipp R., "Aesthetic quality of the built and natural environment: Why does it matter?", Green cities: Blue cities of Europe, 2001

Phillips R., Stein J., "An indicator framework for linking historic preservation and community economic development", Social Indicators Research 113, 2013

Poldermans C., "Sustainable Urban Development: The Case of Hammarby Sjöstad", Paper for Advanced Course in Human Geography, 2006

Polhill G. J., Parker D. C., Brown D. G., Grimm V., "Using the ODD protocol for describing three agent-based social simulation models of land use change", Journal of Artificial Societies and Social Simulation 11, 2008

Priemus H., Kempen, R., "Policy and practice restructuring urban neighbourhoods in the Netherlands: Four birds with one stone", Netherlands Journal of Housing and the Built Environment 14, 1999

Pultrone G., " La rigenerazione urbana come occasione di innovazione sociale e progettualità creativa nelle periferie", Saggi e punti di vista, 2010

Quastel N., "Political ecologies of gentrification", Urban Geography 30, 2009

Railsback S. F., G. V., "A Course in individual-based and Agent-based Modeling", 2005

Rall E. L., Haase D., "Creative intervention in a dynamic city: A sustainability assessment of an interim use strategy for brownfields in Leipzig, Germany", Landscape and Urban Planning 100, 2011

Rao A. S., Georgeff M. P., "BDI Agents: From Theory to Practice", 1994

"Recuperare la rotta: 2017, diciottesimo rapporto "Giorgio Rota"", Centro Einaudi, Torino 2017

Riera Pérez M. G., Laprise M., Rey E., "Fostering sustainable urban renewal at the neighborhood scale with a spatial decision support system", Sustainable Cities and Society 38, 2018

Roberts P., Sykes H., "Urban Regeneration. Sage", Londra 2000

Robinson S. A., Stringer M., Rai V., Tondon A., "Gis-Integrated Agent-Based Model of Residential Solar PV Diffusion", 2013

Romano O., Ercolano S., "Who makes the most? Measuring the urban environmental Virtuosity", Social Indicators Research 112, 2013

Rossi A., "Architettura della città", CLUP, Milano 1978

Ryan R. L., "The social landscape of planning: Integrating social and perceptual research with spatial planning information", Landscape and Urban Planning 100, 2011

Sammut-Bonnici T., "Complex Adaptive Systems", 2015

Sandberg L. A., "Environmental gentrification in a post-industrial landscape: The case of the Limhamn Quarry, Malmö, Sweden", Local Environment 10, 2014

Sandercock L., "Out of the Closet: The Importance of Stories and Storytelling in Planning Practice", Planning Theory & Practice 4, 2003

Sarotto P., Slaviero A., "Lo sviluppo del borgo S. Salvario: piani di ampliamento e tipologie edilizie", rel. Micaela Viglino, Torino, 1983

Sartori I., Hestnes A. G., "Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article", Energy and Buildings 39, 2007

Schaffers H., Komninos N., Pallot M., Trousse B., Nilsson M., Oliveira A., "Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation", Future Internet Assembly, Springer, 2011

Schelling T. C., "Models of Segregation", The American Economic Review, 1969

Scholz R. W., Tietje O., "Embedded case study methods: Integrating quantitative and qualitative knowledge", 2002

Schön D., "The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action", Basic Books, New York 1983

Schroepfer T., Hee L., Werthmann C., "TransUrban: Vauban", WIT Transactions on Ecology and the Environment 102, 2007

Shaw K., "A response to "the eviction of critical perspective from gentrification research"", International Journal of Urban and Regional Research 32, 2008

Shaw K., Theobald K., "Resilient local government and climate change interventions in the UK", Local Environment 16, 2011

Shepard M., "Sentient city: Ubiquitous computing, architecture, and the future of urban space", MIT Press, Cambridge 2011

Shimmer R., "The Cyclical Behavior of Equilibrium Unemployment and Vacancies", American Economic Review 95, 2004

Smardon R. C., "Perception and aesthetics of the urban-environment - Review of the role of vegetation", Landscape and Urban Planning 15, 1988

Söderström O., Paasche T, Klauser F., "Smart cities as cor-

porate storytelling", City 18, Routledge: Tylor & Francis Group, 2014

Southworth M., "Designing the walkable city", Journal of Urban Planning and Development 131, 2005

Stauffacher M., Flueler T., Krutli P., Scholz R. W., "Analytic and dynamic approach to collaboration: A transdisciplinary case study on sustainable landscape development in a Swiss Prealpine region", Systemic Practice and Action Research 21, 2008

Stedman R. C., "Sense of place as an indicator of community sustainability", Forestry Chronicle 75, 1999

Stillwell J., Geertman S., et al., "Geographical Information and Planning", Springer, New York 1999

Storbjörk S., "It takes more to get a ship to change course", Barriers for organisational learning and local climate adaptation in Sweden. Journal of Environmental Policy and Planning 12, 2010

Styles R., "Copenhagen: Europe's coolest green city", The Ecologist, 2011

Tadi M., Biraghi C. A., Zadeh M., "Urban transition, a new Pilot Eco-district in Porto di Mare area (Milan) via IMM methodology", Conference Paper, 2017

Tambe M., Wooldridge M., "The Belief-Desire-Intention Model of Agency", 2003

Thomas M. P., "En quête d'habitat: choix résidentiels et différenciation des modes de vie familiaux en Suisse", Losanna 2011

Tisue S., Wilensky U., "NetLogo: Design and implementation of a multi-agent modeling environment", NetLogo: Design and implementation of a multi-agent modeling environment, Chicago 2004

Townsend A., "Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia", W. W. Norton & Company, New York and London 2013

Tretter E. M., "Contesting sustainability: "SMART growth" and the redevelopment of Austin's Eastside", International Journal of Urban and Regional Research 37, 2013

Trkulja I., "The Orestad beyond what an eye captures: An existentialist inquiry into the being and becoming of new neighbourhoods", Changing Places. Urbanity, Citizenship, & Ideology in New European Neighbourhoods, Techne Press, Amsterdam 2011

Ugolini P., "La riqualificazione della città negli attuali sviluppo culturali ed operativi nelle politiche nazionali e comunitarie", Territorio 14, 2000

UNECE (United Nations Economic Commission for Europe), "Guidelines on Social Housing. Principles and Examples", 2006

Vallejo M., Verena R., Corne D., "Agent-Based Modelling for Green Space Allocation in Urban Areas: Factors Influencing Agent Behaviour", non datato

Vanolo A., "Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy", Urban Studies 51, 2014

van der Merwe R., & Meehan A., "Direct democracy catalysed by resident to resident online deliberation", Lecture Notes in Computer Science, 2011

Venco G., "Esperienza San Salvario - quartiere inclusivo, quartiere partecipato : dai processi partecipativi all'analisi

sul campo per una proposta progettuale.", rel. Luca Davico, Marco Bosio, Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura per il progetto sostenibile, 2014

Vittadini M. R., "Quale contributo della mobilità alla rigenerazione urbana?", non datato

von Korff Y., D'Aquino P., & Daniell K., "Designing participation processes for water management and beyond", Ecology and Society 15, 2010

WBGU (German Advisory Council on Global Change), "World in transition. A social contract for sustainability", Berlin 2011

Weisz H., Steinberger J. K., "Reducing energy and material flows in cities", Current Opinion in Environmental Sustainability 2, 2010

Williams K., Lindsay M., "The extent and nature of sustainable building in England: An analysis of progress", Planning Theory & Practice 8, 2007

Williams K., Dair C., Lindsay M., "Neighbourhood design and sustainable lifestyles", Dimensions of sustainable city, Springer, New York 2010

Wise S., Crooks A., Batty M., "Transportation in Agent-Based Urban Modelling", Conference Paper, 2017

Wozniak M., "Job Placement Agencies in an Agent-based Model of the Local Labor Market with the Long-term Unemployed and on-the-job Flows", Discussion Paper, 2016

Wu J., "Urban sustainability: An inevitable goal of landscape research", Landscape Ecology, 25, 2009

Wyly E., "The City of Cognitive–Cultural Capitalism", City 17, 2013

Zhang L., Fontaine C. M., "Multi-agent and CA Based Modeling of Future Urban Growth Scenarios", Intelligent Computation Technology and Automation, International Conference, 2010

Zhang H., Vorobeychik Y., Letchford J., Lakkaraju K., "Predicting Rooftop Solar Adoption Using Agent-Based Modeling", Energy Market Prediction, 2014

SITOGRAFIA

http://www.agenziaentrate.gov.it
http://www.amiat.it
https://www.archdaily.com
http://www.archidiap.com
https://www.architetturaecosostenibile.it
http://archivio.lavocedeltrentino.it
http://atlantedelcibo.it
https://www.barangaroo.com
http://www.borgomedievaletorino.it
http://www.casadelquartiere.it/
http://www.ccl.northwestern.edu
http://www.cittametropolitana.torino.it
https://www.comune.roma.it
http://www.comune.torino.it
https://www.freiburg.de
http://www.geoportale.cittametropolitana.torino.it
https://www.huffingtonpost.it
http://www.lastampa.it
http://www.luce-gas.it
http://www.minambiente.it
www.mindmilano.it
http://www.museotorino.it
http://www.oict.polito.it
http://www.politocomunica.polito.it
http://salviniandrea.wixsite.com
http://www.sansalvarioemporium.com
https://www.smatorino.it
http://www.studio999.it/
https://torino.corriere.it
http://torino.repubblica.it
https://www.urbangreenbluegrids.com
http://www.wired.it