

Fondazione per il Futuro delle Città
Piano Strategico 2022-2024

Stefano Mancuso
Direttore Scientifico

PREMESSA

L'uomo urbano

L'uomo è sempre meno un abitante globale di questo pianeta. Lo è stato nel corso della sua storia, anche recente, quando popolazioni umane si potevano trovare in ogni remoto angolo della Terra, ma non ai nostri giorni. Oggi, l'uomo abita soltanto una minuscola parte della superficie del pianeta: quella coperta dalle città. Nel 2050, il 70% della popolazione umana – che sarà vicina ai dieci miliardi di persone - vivrà addensata all'interno di centri urbani, molti dei quali ospiteranno diverse decine di milioni di abitanti. Si tratta di un fenomeno della cui strabiliante velocità non ci rendiamo conto: nel 1950, più di due terzi (70%) delle persone in tutto il mondo viveva ancora in insediamenti rurali. Nel 2007, per la prima volta nella storia, la popolazione urbana globale superava la popolazione rurale globale, e da allora la velocità del fenomeno non ha fatto che aumentare. Nel 2030, dicono le previsioni, il 60% della popolazione mondiale vivrà in aree urbane e nel 2050 la percentuale salirà al 70% capovolgendo, in un solo secolo (1950-2050), la distribuzione globale della popolazione rurale-urbana¹. I dati sull'urbanizzazione non sono semplici da ottenere e differiscono molto a seconda dell'organizzazione che li ha rilevati, ma in ogni caso, l'attrazione irresistibile verso le città è un fenomeno indiscutibile. Con differenze importanti nelle diverse aree del mondo: ad un estremo l'Africa che continua ad avere una popolazione diffusa e rurale, all'altro il continente americano (Nord e Sud America) in cui oltre l'80% della popolazione vive in città. In Italia la percentuale di abitanti delle aree urbane è pari al 71%, in Germania è intorno al 75%, mentre in Francia, Spagna e Gran Bretagna supera ampiamente l'80%. Ciò che colpisce di questa rapidissima accelerazione verso l'inurbamento è il fatto che sia in totale controtendenza con il resto delle nostre attività. Comunicazione, commercio, alimentazione, industria, cultura, e qualunque altra forma di manifestazione umana possa venirci in mente, tendono ad assumere nei tempi moderni, un carattere universale e diffuso, mentre, al contrario, la scelta del luogo in cui vivere, si riduce, sempre di più, ad una porzione, del tutto trascurabile della superficie terrestre. Insomma, le città, tutte insieme, coprono una superficie che ammonta al 2,7%² delle terre emerse del pianeta, escludendo dal calcolo l'Antartide. L'irresistibile attrazione che le città esercitano sulle persone sta portando da un lato allo spopolamento di enormi superfici, un tempo abitate dall'uomo, e dall'altro alla concentrazione della popolazione in luoghi ad altissima densità di abitanti. Insomma, l'uomo ha rivoluzionato, in una manciata di anni, i propri atavici comportamenti di specie. Questa

¹ ONU (2018) - *World Urbanization Prospects*.

² Columbia University Socioeconomic Data and Applications Center Gridded Population of the World and the Global Rural-Urban Mapping Project (GRUMP)

rivoluzione sta di fatto, portando l'intera umanità a vivere entro degli ambienti urbani, che possono essere, così, utilmente descritti come la nuova *nicchia ecologica* della specie umana.

Nella sua formulazione originaria³ elaborata e diffusa da Joseph Grinnell, la nicchia ecologica di una specie è determinata dalle caratteristiche fondamentali del suo habitat e dagli adattamenti nei comportamenti della specie che in questo habitat è in grado di moltiplicarsi e diffondersi. Ora se adattiamo questa definizione di nicchia ecologica alle nostre città, ci accorgiamo che per noi i centri urbani stanno diventando esattamente questo: l'unico luogo all'interno del quale possiamo pensare di prosperare e moltiplicarci perché è anche l'unico luogo all'interno del quale, la nostra specializzazione ci permette di avere le migliori opportunità di sopravvivenza. Così all'interno dell'ambiente urbano, l'efficacia della nostra azione, calcolata in termini di produttività o reddito sembra essere molto migliore che in qualunque ambiente rurale. Ne è testimonianza la relazione fra aumento del Prodotto Interno Lordo pro capite e l'urbanizzazione. Nel 2008 su 181 paesi, un aumento del 10% di urbanizzazione era associato a un aumento del 61% del PIL pro capite⁴. All'interno della nicchia urbana non solo la produttività, ma anche l'efficienza di quasi qualunque attività si voglia prendere in esame (ad esempio energia, trasporti, comunicazioni ecc.) migliora considerevolmente, insieme alla sua pura e semplice disponibilità. Quasi dappertutto nelle città i servizi igienico-sanitari, l'accesso all'acqua potabile, la disponibilità di trasporti, scuole, ospedali ecc., è molto superiore rispetto agli ambienti rurali⁵.

Gli effetti vantaggiosi di questa specializzazione non si sono fatti attendere: se guardiamo un qualunque grafico che riporti l'andamento della popolazione umana nel tempo, ci accorgiamo che la grande crescita demografica umana inizia, all'incirca due secoli fa. Dopo che per migliaia di anni, la crescita della popolazione umana è stata così lenta da essere praticamente impercettibile, qualcosa cambia e la popolazione raggiunge il miliardo di persone nel 1800. Da allora la storia è nota: per arrivare a due miliardi ci sono voluti altri 127 anni; 33 anni per arrivare a tre miliardi; 14 anni per arrivare a 4 miliardi e così via. Una crescita eccezionale che vede nella rivoluzione industriale uno delle sue cause, ma non la sola. L'urbanizzazione e lo sviluppo della città moderna hanno, infatti, favorito la crescita demografica per lo meno nella stessa misura della rivoluzione industriale⁶. I due fenomeni, di fatto, sono legati. Sono due manifestazioni della specializzazione umana all'ambiente urbano.

³ Grinnell J. (1917) - *The niche-relationships of the California Thrasher*. The Auk 34 (4): 427-433.

⁴ Glaeser E. (2011) - *Cities, Productivity, and Quality of Life*. Science 333: 592-594

⁵ Bloom D.E., Canning D., Fink G. (2008) - *Urbanization and the Wealth of Nations*. Science 319: 772-775.

⁶ Edward Glaeser (2013) - *Il trionfo della città. Come la nostra più grande invenzione ci rende più ricchi e felici*. Trad. it. Bompiani. Milano

Ora, se i vantaggi del vivere in città sono numerosi e indubbi, è altrettanto vero che la concentrazione di gran parte della specie umana in ambienti così peculiari come le città, comporta dei rischi che non possono essere sottovalutati. Il motivo è lo stesso per cui il koala è molto più suscettibile all'estinzione di quanto non lo siano i topi: la specializzazione estrema. La trasformazione della nostra specie da generalista a specialista se da un lato è vantaggiosa in termini di accesso alle risorse, efficienza, difesa e diffusione della specie, dall'altra ci espone ad un rischio terribile. Infatti, se le stesse condizioni urbane che ci permettono di prosperare- caratterizzate da innumerevoli necessità in termini di risorse, energia e comunicazione - dovessero cambiare, questo avrebbe un impatto significativo sulle nostre possibilità di sopravvivenza. L'assunto è semplicissimo: la specializzazione di una specie è efficace soltanto in un ambiente stabile. In condizioni ambientali mutevoli diventa pericolosa. Il nostro successo urbano richiede un flusso continuo e in crescita esponenziale di risorse e di energia. Senza un continuo apporto di petrolio, gas, acqua potabile, legno, alluminio, ferro, rame, litio, tungsteno, fosforo, potassio, azoto, cobalto, rutenio, molibdeno, lantanio, lutezio, scandio, ittrio, neodimio ecc., la crescita e il mantenimento della nostra specie non potrebbe essere garantita. Ora, molte delle risorse elencate sopra e moltissime di quelle che non ho citato, sono in (rapido) esaurimento. Immagino che quando inizieranno davvero a scarseggiare, troveremo dei sostituti o inizieremo a far tutto quello che è necessario per riciclarle. In un certo senso, anche se pressante, non è questo il problema più importante. Oggi, il problema principale che affligge l'uomo urbano è il riscaldamento globale. Un cambiamento così improvviso e di proporzioni talmente importanti, tale da rappresentare esattamente quella pericolosa mutazione delle condizioni, di cui parlavamo prima. In un ambiente instabile la specializzazione può diventare pericolosa.

Soluzioni di ispirazione vegetale

La nostra vita dipende dal mondo vegetale e da esso dipende direttamente una enorme percentuale della nostra economia.

Più di 31.000 differenti specie hanno un uso documentato; fra queste, quasi 18.000 sono utilizzate a scopi medicinali, 6000 per la nostra alimentazione, 11.000 come fibre tessili e materiali da costruzione, 1300 a fini sociali, 1600 quali fonte energetica, 4000 come cibo per animali, 8000 a scopi ambientali, 2500 come veleni eccetera. Circa un decimo delle specie vegetali ha un uso immediato per l'umanità.

Le piante, oltre che attraverso la loro utilizzazione diretta, rappresentano un modello straordinariamente nuovo e moderno da studiare e imitare per nella ricerca di nuove soluzioni sostenibili in ambiti così ampi da spaziare dalla ricerca di nuovi materiali, all'ideazione di nuovi sistemi energetici, dalla realizzazione di nuove strategie di adattabilità a soluzioni che rendano i nostri

centri urbani in grado di resistere alle sfide poste dal riscaldamento globale e dalla limitazione nell'accesso e disponibilità delle risorse.

Fra i quattrocento milioni e il miliardo di anni fa, a differenza degli animali che scelsero di muoversi per trovare il nutrimento indispensabile alla loro sopravvivenza, le piante presero una decisione evoluzionisticamente opposta. Preferirono non spostarsi, ottenendo dal sole tutta l'energia necessaria per sopravvivere, adattando di conseguenza il proprio corpo alla predazione e agli altri innumerevoli vincoli derivanti dall'essere radicate al terreno. Le soluzioni sviluppate dall'evoluzione vegetale in questo enorme lasso di tempo, rivesto per noi una inesauribile fonte di ispirazione. Si tratta sempre di soluzioni ispirate alla massima parsimonia e alla maggiore efficienza energetica possibile. Le piante si procurano da sole tutta l'energia necessaria per sopravvivere e adattano il proprio corpo alla predazione, e agli altri innumerevoli vincoli derivanti dall'essere radicate al terreno grazie ad innumerevoli innovazioni a livello di organizzazione, di materiali, di energia, di relazioni sociali e comunità. Molte delle soluzioni sviluppate dalle piante sono l'esatto opposto di quelle ideate dal mondo animale: gli animali si spostano, le piante sono ferme; gli animali sono veloci, le piante lente; gli animali consumano, le piante producono; gli animali generano CO₂, le piante fissano CO₂. Da una parte il modello centralizzato degli animali: un cervello centrale, più o meno sviluppato che governa degli organi singoli o doppi altamente specializzati, dall'altra la completa decentralizzazione delle decisioni e diffusione delle funzioni tipiche delle piante.

Abbiamo costruito tutto basandoci su solo modello animale, come se questo fosse l'unica alternativa possibile. Le nostre stesse società sono costruite su questo stesso disegno gerarchico e centralizzato. Un modello il cui unico vantaggio è di fornire risposte rapide ma che è molto fragile e per nulla pronto a resistere a radicali cambiamenti come quelli che la crisi climatica sta velocemente producendo.

Pur senza alcun organo assimilabile a un cervello centrale, le piante riescono a percepire l'ambiente circostante con una sensibilità superiore a quella degli animali; competono attivamente per le limitate risorse disponibili nel suolo e nell'atmosfera; valutano con precisione le circostanze; compiono sofisticate analisi costi-benefici; e, infine, definiscono e intraprendono le appropriate azioni in risposta agli stimoli ambientali. La loro via, dunque, è un'alternativa di cui tenere conto, soprattutto in tempi in cui la percezione dei cambiamenti e la predisposizione di soluzioni innovative diventano attitudini fondamentali. Le piante incarnano un modello molto più resistente e moderno di quello animale; sono la rappresentazione vivente di come solidità e flessibilità e possano coniugarsi. La loro costruzione modulare è la quintessenza della modernità: un'architettura cooperativa, distribuita, senza centri di comando, capace di resistere a ripetuti eventi catastrofici senza perdere funzionalità e in grado di adattarsi con grande rapidità a enormi cambiamenti ambientali.

Quando si tratta di robustezza e innovazione, nulla può stare al pari delle piante. Esse sono, da questo punto di vista, organismi molto più moderni degli animali.

LA FONDAZIONE

La Fondazione per il Futuro delle Città, è una Fondazione di ricerca la cui principale finalità è quella di trovare soluzioni in grado di aiutare la transizione ecologica delle città, migliorando la sostenibilità delle aree urbane e la loro capacità di adattamento ai cambiamenti dell'ambiente. **Per statuto, queste soluzioni devono prioritariamente essere ispirate allo studio delle piante**, sia attraverso il loro uso diretto (vedi riforestazione urbana) che attraverso l'ideazione di soluzioni bioispirate. Per realizzare queste finalità la Fondazione si articola in settori di ricerca che opereranno in strettissima collaborazione e i cui risultati verranno misurati secondo parametri riguardanti la consistenza e tipologia delle attività di ricerca e la qualità dei prodotti della ricerca e valutati secondo gli standard richiesti dalle migliori organizzazioni di ricerca nazionali e internazionali.

La Fondazione è composta da **tre divisioni**:

- **Ricerca scientifica**
- **Formazione**
- **Forestazione urbana**

Ognuna delle tre divisioni agirà in coordinamento con le altre, controbilanciando obiettivi a breve, medio e lungo termine fra le 3 unità, **in una rigorosa prospettiva di sostenibilità economica** degli investimenti necessari

RICERCA SCIENTIFICA

La sezione che si occuperà di ricerca scientifica è **il cuore della Fondazione**. L'attività di ricerca agirà ad ampio spettro su **tutte le linee di intervento**, dalla ricerca di base, alla prototipazione e produzione sino alla sua distribuzione e commercializzazione.

In ogni area saranno attive una o più **Unità di Ricerca (UR)**, costituita da un senior researcher ed un adeguato numero di postdoc e dottorandi. Questa configurazione permetterà a ciascuna unità di condurre **progetti in totale autonomia**, e di dimensioni tali da poter accedere ai relativi programmi di finanziamento con le risorse umane necessarie.

Il team di ricerca sarà anche il **nucleo iniziale** delle attività didattiche. Le UR iniziali si occuperanno di:

- **Botanica Urbana**
- **Sistemi Complessi**
- **Analisi Spaziale**
- **Sociologia Urbana**

Più una Unità interdisciplinare: **Arti per il Futuro delle Città** il cui compito sarà di elaborare un programma di scambi tra arte e scienza trasversale alle sezioni di ricerca della Fondazione

Botanica Urbana

La giungla urbana e la lotta al riscaldamento globale

Le città sono i principali motori della nostra aggressione all'ambiente. Attualmente intorno al 70% del consumo globale di energia e oltre il 75% del consumo mondiale di risorse naturali sono a carico delle città, le quali producono il 75% delle emissioni di carbonio e il 70% dei rifiuti. Entro il 2050 le città dovranno essere in grado di ospitare altri due miliardi e mezzo di persone, con un consumo di risorse che al momento riesce difficile immaginare. Di fronte a questi numeri è evidente che qualunque soluzione al problema dell'impatto umano non può che passare attraverso le città. Ma quali possono essere queste soluzioni? Fortunatamente sono tante e cambieranno ogni aspetto del funzionamento della città: dai trasporti, al consumo di acqua, dalla produzione di rifiuti, all'emissione di anidride carbonica, tutto sarà riportato all'interno di cicli chiusi che renderanno molto più efficiente il funzionamento della città. Le soluzioni esistono e, anche se lentamente, riusciranno a limitare i danni. Ciò che è davvero urgente, tuttavia, è cambiare la nostra concezione di città. Pur dando per scontato che l'ambiente urbano diventerà, in pratica, l'unica casa dell'umanità, non possiamo continuare a immaginare la città come qualcosa di separato dalla natura circostante. Per capirci, quelle immagini fantascientifiche di una Terra completamente coperta da enormi città di vetro e metallo, senza ombra di verde e con fiumi di macchine volanti, sono completamente fuorvianti e rappresentano un futuro distopico e impossibile. Per sopravvivere, infatti, le città hanno bisogno di enormi e continui flussi di energia e di materiali. Ossia, di risorse che devono essere prodotte da qualche altra parte. Per chiarire questo punto possiamo utilizzare il concetto di *impronta ecologica*.

Wackernagel e Rees, gli ideatori dell'impronta ecologica, la descrivono come “uno strumento contabile che consente di stimare il consumo di risorse e le necessità di elaborazione dei rifiuti di una definita popolazione umana o di una economia, in termini di una corrispondente area produttiva”⁷. In altre parole, l'impronta ecologica misura tutte le risorse (combustibile, elettricità, acqua, ecc.) utilizzate dalle persone in città e tutti i rifiuti prodotti, e riporta il tutto in quantità di terra (misurata in ettari) necessaria per creare queste risorse e per eliminare i rifiuti. L'impronta ecologica si può, quindi riferire ad una singola persona, ad un'azienda, come ad un'intera città o uno stato. Proviamo a fare un semplicissimo calcolo. Moltiplicando gli abitanti di Londra che sono circa nove milioni per l'impronta ecologica di un londinese pari a 5,4 ettari⁸ otteniamo che l'impronta ecologica della città di Londra, ossia la superficie di cui necessita

⁷ Wackernagel M, Rees W. (1996) - *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, New Society Publishers

⁸ Calcott A., Bull J. (2007) - *Ecological footprint of British city residents*. WWF report. www.wwf.org.uk

per i suoi bisogni è pari a 486.000 chilometri quadrati. Una quantità uguale a quasi il doppio della dell'intera superficie della Gran Bretagna. Le città, qualunque siano le loro dimensioni, possono svilupparsi solo perché da qualche altra parte del pianeta esistono risorse naturali che vengono sfruttate per alimentare questo sviluppo. È, quindi, ovvio, che debba esistere un limite alle dimensioni delle città. L'espansione delle città si arresterà, prima o poi. Ed il motivo per cui questo accadrà è lo stesso per cui è inimmaginabile una crescita economica continua: perché un pianeta finito non ha risorse infinite. Per quanto si possa avere fiducia nelle *magnifiche sorti e progressive* dell'umanità, le necessità delle popolazioni urbane richiederanno sempre enormi risorse che da qualche parte del nostro finito pianeta dovranno essere ricavate. In altre parole, l'espansione delle città avviene a spese delle risorse naturali del pianeta. Prendiamo ad esempio il caso dell'agricoltura. Per quasi tutti i 300.000 anni di storia dell'*Homo sapiens*, il nostro pianeta è stato un luogo coperto di piante. Foreste o savane occupavano la quasi totalità delle terre abitabili. Ancora mille anni fa, si stima che meno del 4% delle terre emerse libere dal ghiaccio o non desertiche, fossero utilizzate a scopi agricoli per la produzione di alimenti⁹. Oggi, la situazione è molto diversa: escludendo il 10% di superficie coperta da ghiacci ed il 19% di aree sterili (deserti, terreni salini, spiagge, rocce ecc.), del rimanente territorio, il 50% è utilizzato in agricoltura. Le foreste temperate, che nel XVIII secolo ricoprivano oltre 400 milioni di ettari¹⁰, sono completamente scomparse¹¹ e anche quelle tropicali sono in forte declino. A livello planetario, le foreste ricoprono oggi un misero 37% della superficie abitabile. In pratica, in pochi secoli, enormi estensioni di foresta sono scomparse per fare spazio all'agricoltura. Ora c'è da chiedersi se, per produrre gli alimenti di cui abbiamo necessità sia davvero necessario il 50% della superficie libera da ghiacci e deserti del pianeta. La risposta è no. Questa enorme superficie che abbiamo sottratto alle foreste e agli ecosistemi naturali è destinata oggi per il 77% all'allevamento del bestiame e soltanto per il 23% alla produzione di alimenti vegetali¹². Una gestione insensata e che è destinata inevitabilmente a scomparire in quanto del tutto illogica se si considera che gli allevamenti animali producono soltanto il 18% delle calorie e il 37% delle proteine totali consumate dall'umanità. Insomma, per sopravvivere e prosperare le città hanno bisogni sempre crescenti di risorse sulla cui provenienza non riflettiamo abbastanza. Il motivo per cui questo accade ha, almeno in parte, a che fare, con la velocità alla quale procede il fenomeno dell'urbanizzazione. La concentrazione dell'intera umanità all'interno di aree urbane, estremamente limitate nella

⁹ Ritchie H., Roser M. (2020) - *Land Use*. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/land-use'

¹⁰ Ellis, E. C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., Ramankutty, N. (2010) - *Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000*. *Global Ecology and Biogeography* 19(5): 589-606.

¹¹ *The State of the World's Forests* (2012). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma

¹² Poore J., Nemecek T. (2018) - *Reducing food's environmental impacts through producers and consumer*. *Science* 360 (6392): 987-992

loro estensione, sta avvenendo, infatti, in pochissimi decenni; un tempo del tutto incompatibile con le capacità di adattamento della nostra specie (così come di qualunque altra) ai diversi bilanci ed esigenze che vivere in città richiede rispetto alla vita in ambienti rurali. Si tratta di un cambiamento così estremo che può soltanto essere paragonato a quello avvenuto circa 12000 anni fa con la transizione dell'uomo dalla vita nomade dei cacciatori-raccoglitori a quella stanziale permessa dall'agricoltura. L'estrema velocità del cambiamento, inoltre, non ci ha ancora permesso di comprendere cosa sia, esattamente, una città. Tutto ciò che riguarda il suo funzionamento, ad esempio, ci è ancora, in gran parte, oscuro. Una città è un ambiente estremamente articolato, il cui studio è stato intralciato da una eccessiva semplificazione della sua complessità. Per secoli, generazioni di pianificatori hanno ritenuto di poter governare e indirizzare lo sviluppo di una città, sulla base di poche semplici assunzioni di carattere progettuale, la cui efficacia non poteva che essere del tutto marginale e che, in ogni caso, vedevano l'uomo come unico portatore di interessi. Come scriveva soltanto qualche anno fa Robert Bauregard, professore emerito di pianificazione urbana alla Columbia University: "Nel mondo della teoria della pianificazione, gli umani sono gli unici attori. [...] Alle cose non umane non viene concesso lo stesso stato ontologico degli umani. Piuttosto sono presentati come oggetti materiali passivi da manipolare attraverso regolamenti, accordi informali e incentivi. Nell'azione comunicativa, nella legislazione e nelle teorie del diritto alla città, le cose non umane sono epifenomeni. Solo gli esseri umani hanno un significato teorico"¹³.

Non è possibile, comprendere il funzionamento di un ambiente complesso come una città, guardando alle sole necessità umane. Potrebbe sembrare paradossale, ma è proprio uno sguardo più ampio l'unica possibilità perché queste stesse necessità siano preservate anche nel futuro. Studiare e pianificare le città perseguendo soltanto le immediate esigenze delle persone che le abitano è il modo più sicuro perché questi stessi bisogni, in breve tempo, non possano più essere garantiti. Al contrario, per capire la fisiologia di una città è necessario tenere conto dell'intero ecosistema che la caratterizza. Ogni altro metodo di studio non può che essere una semplificazione.

Ogni città è da considerarsi, a tutti gli effetti, un essere vivente frutto della sua storia, dell'interazione con l'ambiente, degli edifici e delle reti sociali, economiche, ecologiche, che la compongono. Soltanto così si può correttamente comprendere che, come ogni essere vivente, una città ha necessità continua di energia e risorse per crescere e che, inevitabilmente, produce scarti e rifiuti. Per mantenere questo ciclo funzionante, la presenza delle piante all'interno dell'organismo urbano è fondamentale. Purtroppo, da questo punto di vista la situazione è molto lontana dall'essere soddisfacente.

¹³ Beauregard R. (2010) - *Planning with things*. 24th AESOP annual conference, Helsinki, 7-10 July.

Basta guardare le nostre città dall'alto per rendersi conto che si tratta di spazi completamente minerali, edificati fino all'ultimo metro quadrato disponibile e in cui la percentuale di superficie occupata dalle piante è minima o, addirittura, nulla, in molti centri storici che hanno mantenuto sufficientemente intatto il loro impianto medievale o rinascimentale. È una situazione la cui gravità appare evidente anche ad un'analisi molto superficiale, ma che è difficile da quantificare con sicurezza a causa dei diversi sistemi impiegati per misurare la copertura vegetale delle città. Un buon lavoro è stato fatto dal *World Economic Forum* che insieme al MIT ha sviluppato il sito *Treepedia*, nel quale, per molte città del mondo, è misurata la percentuale di superficie urbana coperta dalla vegetazione arborea. Si scopre così che fra le città esaminate, Vancouver con il 25,9% della superficie coperta dalle chiome degli alberi è la città con più vegetazione, mentre in molti centri urbani la percentuale di copertura arborea è parecchio inferiore al 10%. Un dato drammaticamente basso se consideriamo che la presenza di piante in città ha un innumerevole quantità di vantaggi qualunque sia l'ambito delle attività umane preso in considerazione. Soprattutto, un dato del tutto incompatibile con le necessità di combattere il riscaldamento globale che, è bene ricordarlo, rimane il più grande pericolo per il futuro dell'umanità ed il mantenimento delle nostre civiltà.

Sicuramente i centri urbani - la nostra nuova nicchia ecologica - non rimarranno indenni. Al contrario, molte città stanno già affrontando gli effetti del riscaldamento globale e nel futuro la situazione non potrà che peggiorare. Oltre il 90% delle città sono costiere e come tali, saranno soggette a fenomeni di inondazioni sempre più frequenti e pericolose a causa dell'inevitabile innalzamento del livello del mare. I fenomeni atmosferici, sempre più violenti, risulteranno in danni crescenti dovuti a tempeste, inondazioni, vento, siccità. Danni di questo tipo oltre che prostrare direttamente la popolazione, avranno effetti altrettanto importanti sul piano economico, portando a interruzioni delle attività commerciali e della normale funzionalità della città. Le ondate di calore estivo, ossia i periodi con temperature molto oltre la media, diventeranno sempre più frequenti con effetti disastrosi sulla salute delle persone. Con l'incremento della temperatura, aumentano molte patologie che hanno conseguenze mortali. Uno studio del 2017 stima che se anche riuscissimo a limitare l'innalzamento della temperatura media entro la metà del secolo a soli 2 °C rispetto al livello preindustriale – prospettiva ormai quasi irrealizzabile – il numero di morti nelle città per i soli effetti delle ondate di calore supererebbe i 350 milioni¹⁴.

Come se non bastasse, dobbiamo, inoltre, considerare che in città ogni effetto dell'aumento di temperatura è amplificato dalle peculiari caratteristiche dell'ambiente urbano. La cosiddetta isola di calore, ad

¹⁴ Matthews T.K., Wilby R.L., Murphy C. (2017) - *Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress*. PNAS 114: 3861–3866

esempio, ossia il fenomeno per il quale in città le temperature sono più elevate che nelle aree rurali circostanti, rende la città un luogo molto più suscettibile agli aumenti di temperatura. Soltanto a causa delle isole di calore si calcola che, a livello globale, la temperatura delle città aumenti in media di 6,4 °C¹⁵. Si tratta di un dato che, anche se molto variabile nella sua entità a seconda della collocazione geografica e delle caratteristiche proprie di ogni centro urbano, è un indicatore dell'enorme impatto che il nostro modo di costruire ha sull'ambiente.

I motivi che portano a questo surriscaldamento sono vari e dipendono dal modo in cui le nostre città sono costruite e funzionano. Uno dei fattori principali nella formazione delle isole di calore è dovuta alla natura artificiale delle superfici cittadine. Queste, infatti, a causa della loro impermeabilità e della mancanza di copertura vegetale, mancano della possibilità di raffreddarsi attraverso l'evapotraspirazione dell'acqua, al contrario di quanto avviene nelle aree rurali. Non basta. In città le superfici scure assorbono quantità significativamente maggiori di radiazione solare e materiali come l'asfalto o il cemento, hanno proprietà termiche differenti rispetto a quelle delle superfici rurali. Inoltre, una parte significativa dell'energia utilizzata in città dalle automobili, dall'industria o per riscaldare e raffreddare gli edifici è persa sotto forma di calore residuo aumentando la temperatura dell'ambiente. E infine: la geometria degli edifici, la mancanza di vento che impedisce il raffreddamento per convezione, il maggior inquinamento atmosferico e le polveri che cambiano le proprietà radianti dell'atmosfera, tutto in città concorre ad innalzare la temperatura dell'ambiente¹⁶. Se sommiamo l'effetto del riscaldamento globale a quello tipico delle isole di calore nelle città, i risultati non sono per nulla rassicuranti. E, d'altronde, come potrebbero esserlo? Come si può immaginare che il riscaldamento globale non abbia influenza sulla salute dei luoghi in cui viviamo?

Per rendere evidente, con degli esempi pratici, quale sarà il clima delle nostre città alla metà del secolo, anche nella fortunata ipotesi che si riesca a limitare il riscaldamento del pianeta sulla base delle più ottimistiche previsioni oggi esistenti, l'ETH di Zurigo ha abbinato i dati climatici che caratterizzeranno le principali città del mondo nel 2050 con il clima attuale di altre città. Scopriamo così che fra 30 anni, nell'emisfero settentrionale sia le estati che gli inverni diventeranno più caldi, con aumenti medi rispettivamente di 3,5 °C e 4,7 °C e che le città avranno i climi che hanno oggi città 1000 km più a sud. Le condizioni climatiche di Roma nel 2050 saranno simili all'attuale clima di Izmir; Londra sarà simile a Barcellona,

¹⁵ Phelan P.E. et al. (2015) - *Urban Heat Island: Mechanisms, Implications, and Possible Remedies*. Annual Review of Environment and Resources. 40: 285-307.

¹⁶ Oke T.R. (1982) - *The energetic basis of the urban heat island*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 108 (455): 1-24.

Stoccolma e Oslo a Vienna; Monaco a Roma, Mosca a Sofia, San Francisco a Rabat, Los Angeles a Gaza, Parigi a Istanbul e Madrid a Marrakech¹⁷. Le città sono, quindi, particolarmente vulnerabili al riscaldamento globale. La buona notizia è che sono anche il luogo dove il riscaldamento globale può essere combattuto con più efficacia. Poiché è in città che si produce il 75% della CO₂ di origine umana, è qui che la stessa va bloccata, utilizzando gli alberi per rimuoverne la maggiore quantità possibile dall'atmosfera. Nel 2019 il politecnico di Zurigo pubblicava i risultati di uno studio in cui si affermava che la messa a dimora, a livello planetario, di mille miliardi di alberi era di gran lunga la soluzione migliore, più efficiente e misurabile, per riassorbire dall'atmosfera una significativa percentuale della CO₂ prodotta a partire dall'inizio della rivoluzione industriale¹⁸. Nonostante la bontà dello studio e le sue solidissime basi scientifiche le critiche non si fecero attendere: dove avremmo mai trovato lo spazio per piantare mille miliardi di alberi? Quale sarebbe stato il costo? I risultati sarebbero stati di sicuro molto inferiori a quelli stimati ecc. Critiche in gran parte infondate. La superficie per piantare questi alberi esiste e il costo, per quanto notevole, è di gran lunga inferiore a qualunque alternativa si possa immaginare che abbia soltanto una parte delle possibilità di successo di questa. Se poi, si riuscisse a piantare una parte rilevante di questi alberi all'interno delle nostre città, i risultati, sono certo, sarebbero molto superiori. Infatti, l'efficienza delle piante nell'assorbimento della CO₂ è tanto superiore quanto maggiore è la loro vicinanza alla sorgente di produzione. In città ogni superficie dovrebbe essere coperta di piante. Non soltanto i (pochi) parchi, viali, aiuole e altri luoghi canonici, ma letteralmente ogni superficie: tetti, facciate, strade; ogni luogo dove è immaginabile mettere una pianta, deve potercela ospitare. Di nuovo, l'idea che le città debbano essere dei luoghi impermeabili, minerali, contrapposti alla natura, è soltanto un'abitudine. Nulla vieta che una città sia completamente ricoperta di piante. Non esistono problemi tecnici o economici che possano davvero impedire una scelta del genere. E i benefici sarebbero incalcolabili: non soltanto si fisserebbero quantità enormi di CO₂ lì dove è prodotta, ma si migliorerebbe la vita delle persone, praticamente in qualunque ambito si voglia prendere in esame. Dal miglioramento della salute fisica e mentale allo sviluppo della socialità, dal potenziamento delle capacità di attenzione alla diminuzione dei crimini, le piante influenzano positivamente il nostro modo di vivere da ogni possibile punto di vista. Come mai le nostre città non siano completamente ricoperte di piante, fuori e dentro gli edifici, nonostante le migliaia di serissime ricerche pubblicate sui benefici del verde urbano, rimane un mistero di difficile interpretazione.

¹⁷ Bastin JF, Clark E, Elliott T, Hart S, van den Hoogen J, et al. (2019) - *Correction: Understanding climate change from a global analysis of city analogues*. PLOS ONE 14(10): e0224120.

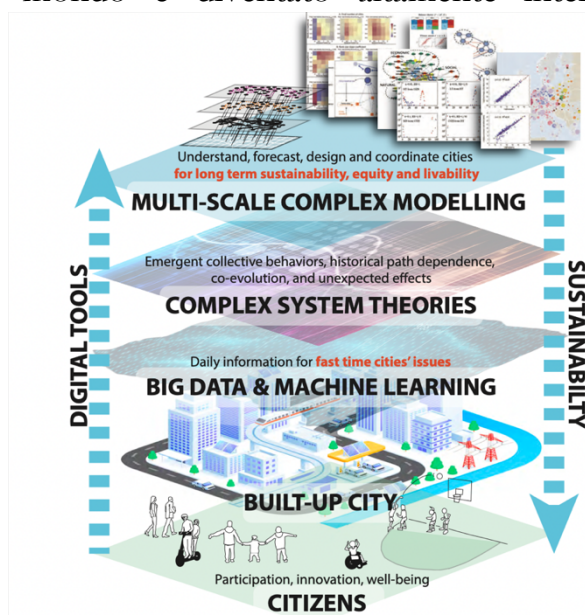
¹⁸ Bastin J-F. et al. (2019) - *The global tree restoration potential*. Science 365: 76-79.

Ciò che ci servirebbe oggi sarebbe una diffusione capillare dell'idea che coprendo di piante le nostre città si potrebbe combattere con efficacia il riscaldamento globale. Abbiamo necessità di cambiare la nostra rappresentazione della città. Questo sarà uno dei compiti principali della Fondazione: **favorire, attraverso la ricerca di nuove soluzioni e grazie all'azione più ampia possibile di coinvolgimento della popolazione, una nuova idea di città verde e sostenibile.** L'idea di giungla urbana, non dovrà richiamare l'idea di un luogo pericoloso, ma, al contrario, di un luogo partecipe dell'ambiente naturale che, consapevolmente e attraverso un uso moderno e tecnologicamente avanzato degli alberi contribuirà a trasformare le nostre città in una nicchia ecologica duratura.

Sistemi Complessi

Studio della città come un sistema complesso

Seguendo le stime delle Nazioni Unite possiamo aspettarci che nel prossimo futuro la quasi totalità della popolazione europea vivrà in città. Questi agglomerati urbani diventeranno perciò cruciali per lo sviluppo e la crescita dell'intero paese e rappresenteranno un formidabile problema di organizzazione e gestione che avrà bisogno di molte competenze tecniche scientifiche e sociologiche^{19 20}. Allo stesso tempo negli ultimi 50 anni, il nostro mondo è diventato altamente interconnesso²¹, e può essere descritto



compiutamente soltanto sotto forma di **sistemi dinamici complessi**²². Con questo termine noi intendiamo dei sistemi che tendono a mostrare comportamenti inaspettati che nascono dalla numerosità delle componenti e che non sono legati a nessuna delle componenti presa singolarmente.

Esempi di queste proprietà nelle città includono il raggruppamento sociale e la segregazione; l'organizzazione spaziale²³, le gerarchie delle vie di trasporto²⁴, la formazione di ingorghi²⁵ la gestione multilivello delle politiche urbane²⁶, i processi di formazione delle opinioni e l'evoluzione della cultura e della lingua.

Inoltre, sono in gioco le interazioni sempre più rilevanti tra i diversi ambiti della vita urbana come lavoro, salute e benessere, istruzione, mobilità, ricomposizioni familiari, ecc. Si pensi, ad esempio, ai cambiamenti nella distribuzione commerciale, nei sistemi sanitari ed educativi, nonché nell'organizzazione del lavoro e del tempo libero cui abbiamo assistito durante

¹⁹ Philip Ball "Why society is a complex matter: Meeting twenty-first century challenges with a new kind of science" *Springer Berlin Heidelberg* (2012).

²⁰ G. Caldarelli, S. Wolf, Y. Moreno "Physics of humans, physics for society" *Nature Physics* 14, 870 (2020).

²¹ G. Caldarelli "Scale Free Networks" *Oxford University Press*, Oxford (2007).

²² Manuel Castells "The rise of the network society" *John Wiley & Sons* (2011).

²³ Aleix Bassolas, José J Ramasco, Ricardo Herranz, and Oliva G Cantù-Ros. "Mobile phone records to feed activity-based travel demand models: Matsim for studying a cordon toll policy in Barcelona" *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 121, 56–74, (2019).

²⁴ Laura Alessandretti, Ulf Aslak, and Sune Lehmann "The scales of human mobility" *Nature*, 587, 402–407, (2020).

²⁵ Stefan Lämmer and Dirk Helbing. Self-control of traffic lights and vehicle flows in urban road networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008, P04019 (2008).

²⁶ Stefano. Battiston, Guido. Caldarelli, and Antonios. Garas. "Multiplex and multilevel networks" *Oxford University Press Oxford*, (2018).

la recente pandemia²⁷. A diverse scale temporali, queste proprietà creano vincoli e opportunità per le città in una combinazione di dipendenze multidimensionali e multilivello alla scala locale, nazionale e globale.

Chiunque studi le città avrà bisogno di dati sul loro funzionamento come agglomerati urbani di vegetazione, persone, mezzi di trasporto e altri macchinari, rendendo necessaria quindi una raccolta di informazioni per mezzo di varie tecniche. Questi dati dovranno poi essere elaborati e combinati secondo modelli trasparenti ed open che rendano ragione delle scelte effettuate nella simulazione dei possibili scenari futuri.

Guardare il comportamento delle città, tuttavia, introduce una grande difficoltà, poiché non tutti gli individui sono uguali. La nozione stessa di «agente rappresentativo» – come entità tipica, perfettamente razionale e onnisciente – è stata infatti criticata sin dalla sua introduzione in economia²⁸. In realtà, i cambiamenti della società possono essere innescati solo da pochi individui chiave, quella che viene definita la "legge dei pochi"²⁹. Ciò implica che, anche se fosse disponibile un'adeguata descrizione del comportamento individuale, scarlo a gruppi di individui non sarebbe semplice, perché le fluttuazioni rispetto alla media possono essere ampie³⁰.

In effetti, questo è ciò che ci dicono i dati: i gruppi di individui tendono ad essere descritti da distribuzioni di probabilità a coda grassa, i redditi sono distribuiti secondo la legge di Pareto³¹ [e le amicizie nei social network seguono le leggi del potere³²]. Le quantità descritte da queste code grasse hanno in alcuni casi particolari oscillazioni così ampie da rendere altamente impreciso parlare in termini di comportamento medio. In altre parole, nello spirito della termodinamica, vorremmo idealmente trovare quantità simili alla pressione ma, poiché gli individui non seguono una semplice funzione di distribuzione di Maxwell-Boltzmann, questo potrebbe essere veramente difficile.

Attività di ricerca

L'arte della modellazione, attraverso la definizione, calibrazione e validazione dei modelli, è ben radicata nella ricerca. Una modellizzazione chiara potrebbe essere quindi essere utilizzata, in collaborazione con le scienze sociali, per lo sviluppo di modelli meccanicistici e teorici che potrebbero contribuire a una migliore comprensione delle interazioni umane (mediate dalla tecnologia) e delle dinamiche sociali. Il loro sviluppo richiederebbe l'intero ciclo di ricerca, compreso il test delle previsioni teoriche. In definitiva, l'obiettivo sarebbe trovare quantità rilevanti per descrivere le dinamiche sociali e sociotecniche a livello microscopico e macroscopico e collegarle, in modo simile al modo in

²⁷ Michael Batty "The post-pandemic city: speculation through simulation" *Cities*, **124** 103594, (2022).

²⁸ P.A. Kirman *J. Econ. Perspect.* **6**, 117–136 (1992).

²⁹ Galeotti, A. & Goyal, S. *American Economic Review* **100**, 1468-1492 (2010).

³⁰ Gladwell, M "The Tipping Point: How Little Things Can Make a Big Difference" *Little, Brown*, Boston, MA, 2000.

³¹ Pareto, V. "Cours d'Economie Politique" *Droz*, Geneva, (1896).

³² D. Lazer et al. *Science* **323**, 721–723 (2009).

cui funziona la termodinamica, passando dalla scala più piccola (l'individuo), alla più grande (la società).

Allo scopo di poter percorrere questo cammino di ricerca immaginiamo questi passaggi intermedi:

- **Spatial Analysis Technology** per la raccolta di grandi moli di dati geografici per mezzo di foto aeree, da satelliti o droni e da sensori
- **Social Analysis da dati di reti sociali** e di interazione all'interno delle diverse piattaforme che possano rendere ragione della complessità delle interazioni fra le persone
- Dati raccolti da **sensori e da IoT**, interazioni fra mezzi pubblici e privati, geolocalizzatori e reti di reti trasporto che permettano ad esempio una modellizzazione degli spostamenti.

Questi dati una volta raccolti saranno curati e verificati e forniranno la base per la creazione di uno o più modelli dinamici per la creazione di scenari possibili che saranno di supporto alle decisioni degli Amministratori.

Workpackage

1. **Integrazione delle varie sorgenti di dati sociali, sensoristici e satellitari**, in collaborazione con l'attività 1 di area SAT svilupperà database integrati per monitorare la salute della vegetazione urbana raccogliendo le informazioni da qualunque sorgente.
2. **Realizzazione di biosensori** nello spirito dell'Internet of Things (IoT) che possano mettere in rete le informazioni della vegetazione urbana analizzando l'emissione di composti organici volatili (VOC).
3. **Modellizzazione per mezzo di reti di reti** dell'interazione all'interno delle città di tutti i partecipanti e dei flussi di energia, cibo, acqua e servizi necessari per il funzionamento e la vita al loro interno. Questi modelli dapprima parziali convergeranno in una descrizione unificata dell'interazione di questo sistema complesso permettendo di valutarne le criticità e ottimizzarne il costo e la sostenibilità.

Risultati attesi

Queste linee di ricerca dovranno convergere verso la realizzazione di un software per politici ed amministratori che consenta loro di prendere decisioni informate. Visto che la città come sistema complesso presenta delle proprietà di imprevedibilità rispetto ad ogni azione di controllo o intervento, lo strumento della simulazione al calcolatore di scenari possibili per mezzo di modelli semplici e consultabili con trasparenza da scienziati, esperti del settore, cittadini e aziende diventa uno strumento preziosissimo per la gestione del sistema città.

Ci proponiamo quindi entro due anni il rilascio di uno strumento di simulazione Web finalizzato all'esecuzione di simulazioni realistiche delle problematiche di vita nella città. Partendo da traffico, approvvigionamento, smaltimento rifiuti, bisogno energetico ecc.

Il sistema di riferimento che ci proponiamo di usare è GLEAMVIZ³³ una piattaforma realizzata presso la Northeastern University³⁴ per la diffusione di malattie infettive nelle reti di metapopolazione. La piattaforma è pubblicamente disponibile per l'utilizzo da parte di ricercatori e studenti nel campo dell'epidemiologia. Utilizzando una GUI intuitiva è possibile progettare dei modelli compartimentali, che possano dare una idea dell'evoluzione dei fenomeni di interesse, specificando i flussi di mobilità che collegano i nodi della rete.

L'output delle simulazioni può essere visualizzato attraverso grafici dinamici, simili al widget GLEAMviz Analyzer, che rappresentano l'evoluzione temporale del numero di transizioni nuove e cumulative ai compartimenti selezionati.

La sequenza delle attività può essere indicata come segue:

- Definizione del pilot case da studiare (Firenze, Milano, Venezia, Roma) e contemporaneo bando per il reclutamento del personale necessario alla realizzazione
- Definizione dei dati a disposizione per l'analisi
- Definizione dei fenomeni da considerare nella piattaforma di simulazione
- Primo prototipo della piattaforma e inizio valutazione con Amministratori e stakeholder delle potenzialità dello strumento
- Validazione dei risultati della piattaforma
- Release della versione 1.0 della piattaforma

³³ (<http://www.gleamviz.org/simulator/>)

³⁴ Alessandro Vespignani "Modelling dynamical processes in complex socio-technical systems" *Nature Physics*, **8** 32–39, (2012).

Analisi Spaziale

La popolazione mondiale aumenta rapidamente e potrebbe raggiungere i 10,9 miliardi entro il 2100³⁵, rendendo sempre più difficile pianificare strategie di riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra e di gestione sostenibile del territorio. Poiché la maggior parte della popolazione in un prossimo futuro vivrà in ambienti urbani, diventa fondamentale studiare soluzioni che rendano sostenibile le nostre città, aumentandone resistenza e resilienza ai cambiamenti climatici. È del tutto evidente che ogni strategia urbana di resistenza ai cambiamenti climatici, deve obbligatoriamente prevedere una grande attenzione all'uso delle piante. Attraverso soluzioni innovative, infatti, la forestazione urbana può diventare il vero passe-partout per transitare le città in un futuro di enormi cambiamenti ambientali.

In questo contesto, le più avanzate tecnologie di telerilevamento e di analisi spaziale permettono l'acquisizione di informazioni da satellite, aereo e drone, cruciali in un'ottica di pianificazione del territorio e di gestione della vegetazione urbana. Gli strumenti di rilevamento a bordo delle diverse piattaforme variano oggi da sensori multispettrali passivi, a sensori attivi a microonde o laser, i quali forniscono enormi moli di dati geografici (BIG DATA) che permettono un costante monitoraggio multiscalare e in tempo quasi-reale delle proprietà della vegetazione. Mentre fino a pochi anni fa, le immagini telerilevate erano molto costose, difficili da ottenere e, a causa della limitata potenza di calcolo, ancora di più da processare, oggi numerose missioni satellitari – come Sentinel-2, Sentinel-1, Landsat - forniscono immagini a scala globale, gratuitamente e in tempo quasi-reale³⁶. La combinazione di dati open access con piattaforme di cloud computing ad alte prestazioni (HPC – High Computer Performance), rende oggi possibile applicare algoritmi complessi su larga scala e con altissima risoluzione spaziale e temporale, ottenendo prodotti molto accurati³⁷. Esistono molte piattaforme di cloud computing, tra le quali Sentinel Hub, Open Data Cube, SEPAL, JEODPP, pipsCloud e OpenEO. Google Earth Engine, in particolare, è una piattaforma cloud che utilizzando la potenza di calcolo e di storage dei server Google combina un enorme catalogo di immagini satellitari e set di dati geospaziali con capacità di analisi su scala planetaria senza precedenti³⁸.

Nonostante l'enorme mole di dati disponibile, per ottenere servizi spaziali di supporto alla gestione della vegetazione in ambito urbano, i dati satellitari devono essere opportunamente processati sulla base di modelli fisici o

³⁵ World Population Prospects (2019). Department of Economic and Social Affairs/Population Dynamics. <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>

³⁶ Wulder, M., Coops, N. Satellites: Make Earth observations open access. *Nature* 513, 30–31 (2014).

³⁷ Francini, S.; D'Amico, G.; Vangi, E.; Borghi, C.; Chirici, G. Integrating GEDI and Landsat: Spaceborne Lidar and Four Decades of Optical Imagery for the Analysis of Forest Disturbances and Biomass Changes in Italy. *Sensors* 2022b, 22, 2015. <https://doi.org/10.3390/s22052015>

³⁸ Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sens. Environ.* 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.

empirici basati su approcci parametrici o non-parametrici. L'aumento della disponibilità delle immagini e della loro risoluzione spaziale e temporale permette lo sviluppo di algoritmi complessi basati su approcci di Artificial Intelligence, machine learning e deep learning³⁹, i quali permettono di ottenere nuove generazioni di prodotti con accuratezze particolarmente elevate⁴⁰. La sinergia tra la vasta disponibilità di dati telerilevati open access, di piattaforme di calcolo in cloud ad alta prestazione e di nuovi e sofisticati sistemi di intelligenza artificiale, aprono prospettive senza precedenti per la produzione di dati a supporto delle città e della gestione sostenibile della sua vegetazione. In particolare, queste informazioni di nuova generazione, se opportunamente fuse con dati acquisiti a terra o da altre fonti, permettono di derivare indicatori sia sullo stato di benessere/stress della vegetazione sia sulla produzione di servizi ecosistemici quali lo stoccaggio del carbonio, la produzione di ossigeno, la rimozione degli inquinanti, la mitigazione delle isole di calore e l'impatto sulle altre condizioni micro-climatiche.

L'utilizzo dei dati telerilevati per il monitoraggio dei contesti urbani è ora più necessario che mai. La lotta ai cambiamenti climatici passa infatti da un monitoraggio ed una pianificazione delle città e del verde urbano precisi, puntuali, e che tengano in considerazione i rapidi cambiamenti dovuti all'innalzamento della temperatura. Per mantenere il riscaldamento globale al di sotto di 1,5 °C ed evitare cambiamenti climatici irreversibili, è infatti necessario rimuovere grandi quantità di anidride carbonica dall'atmosfera, nonché ridurre drasticamente le emissioni. Una componente fondamentale del ciclo globale del carbonio terrestre è costituita dalla vegetazione arborea⁴¹. L'incremento del numero di alberi è stato infatti considerato tra le strategie più efficaci per la mitigazione del cambiamento climatico.

Tuttavia, il numero globale di alberi supera già i 3k miliardi, circa 400 alberi per persona⁴². Con il clima attuale, lo spazio disponibile sulla terra per piantare alberi è stimato in 900 milioni di ettari (900 Mha), in grado di immagazzinare da 133,2 a 276,2 miliardi di tonnellate di carbonio⁴³. Anche se Lewis et al.⁴⁴ sostengono che il 39% di questi 900 Mha è già coperto da alberi, sia Lewis et al. che Bastin et al., hanno convenuto che il ripristino anche del 10% del 900 Mha di terra disponibile potrebbero ridurre una parte significativa dei ~300 GtC che sono stati aggiunti all'atmosfera a causa dell'attività umana. Gli alberi

³⁹ Ma, L., Y. Liu, X. Zhang, Y. Ye, G. Yin, and B. A. Johnson. 2019. "Deep Learning in Remote Sensing Applications: A Meta-analysis and Review." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 152: 166–177.

⁴⁰ Alhassan, V., C. Henry, S. Ramanna, and C. Storie. 2020. "A Deep Learning Framework for Land-use/land-cover Mapping and Analysis Using Multispectral Satellite Imagery." *Neural Computing and Applications* 32: 8529–8544.

⁴¹ Canadell, J. G., & Raupach, M. R. (2008). Managing forests for climate change mitigation. *Science*, 320(5882), 1456-1457.

⁴² Crowther, T., Glick, H., Covey, K. et al. Mapping tree density at a global scale. *Nature* 525, 201–205 (2015).

⁴³ Bastin, J.-F., Finegold, Y., Garcia, C., Gellie, N., Lowe, A. J., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Sacande, M., Sparrow, B., Zohner, C. M., and Crowther, T. W.: Erratum for the Report: "The global tree restoration potential", *Science*, 368, <https://doi.org/10.1126/science.abc8905>, 2020.

⁴⁴ Lewis SL, Mitchard ETA, Prentice C, Maslin M, Poulter B. 2019. Comment on "The global tree restoration potential". *Science* 366(6463): 1–3.

in città forniscono inoltre un'ampia gamma di servizi inclusi quelli culturali (spirituali, ricreativi), di approvvigionamento (cibo, fibre, acqua), di regolazione (controllo del clima e delle inondazioni) e di supporto (impollinazione, formazione del suolo)⁴⁵.

Mentre trovare spazio per le attività di ripristino delle foreste è un argomento centrale a livello globale, il cambiamento più visibile, irreversibile e rapido della copertura del suolo è l'espansione del suolo urbano⁴⁶. Nel mondo, le aree urbane sono aumentate del 150% negli ultimi 35 anni⁴⁷ e questo processo è destinato a continuare. Si prevede infatti che entro il 2050 il 68% della popolazione mondiale vivrà in aree urbane. In questo contesto è di fondamentale importanza sviluppare le basi scientifiche che permettano di sfruttare le nuove tecnologie di analisi spaziale per pensare le città del futuro in modo sostenibile, limitare le emissioni e massimizzare l'assorbimento di carbonio attraverso il corretto bilanciamento con aree verdi e alberi.

Attività di ricerca

1. High resolution urban vegetation monitoring. Questa linea di ricerca ha lo scopo di derivare informazioni spaziali di elevata risoluzione spaziale e temporale idonee ad essere direttamente integrate nei processi di pianificazione urbanistica. Lo scopo della ricerca sarà quello di sviluppare approcci innovativi all'uso delle nuove tecnologie di telerilevamento per la generazione automatica o semi-automatica del catasto della vegetazione urbana e il suo monitoraggio in tempo quasi-reale. La ricerca, in alcune aree urbane pilota, porterà alla costituzione di una nuova generazione di sistema informativo che, tramite l'uso di tecnologie di intelligenza artificiale, monitori e quantifichi lo stato di stress della vegetazione e la sua capacità di produrre servizi ecosistemici. Generando, tra le altre funzionalità, sistemi di allarme in tempo reale in casi di eventi avversi (stress di varia natura: siccità, calore eccessivo, freddo eccessivo, vento, ecc.).

2. Urban ecosystems. Questa linea di ricerca ha lo scopo di quantificare la funzionalità ecologica della vegetazione in termini di resilienza e biodiversità. A tal fine i moderni sistemi di telerilevamento contribuiranno ad analizzare la funzionalità delle reti ecologiche urbane e del loro livello di funzionalità ecologica e di biodiversità potenziale. In tal senso saranno analizzate le connessioni con le reti ecologiche presenti in ambito peri-urbano ed extra-urbano con la vegetazione urbana, arrivando a produrre modelli di sviluppo

⁴⁵ Endreny, T.A. Strategically growing the urban forest will improve our world. *Nat Commun* 9, 1160 (2018)

⁴⁶ Gao, J., O'Neill, B.C. Mapping global urban land for the 21st century with data-driven simulations and Shared Socioeconomic Pathways. *Nat Commun* 11, 2302 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15788-7>

⁴⁷ Peng Gong, Xuecao Li, Jie Wang, Yuqi Bai, Bin Chen, Tengyun Hu, Xiaoping Liu, Bing Xu, Jun Yang, Wei Zhang, Yuyu Zhou. 2020. Annual maps of global artificial impervious area (GAIA) between 1985 and 2018, *Remote Sensing of Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111510>.

spaziale e compositivo della vegetazione di supporto alle scelte urbanistiche. Lo studio sarà realizzato a diverse scale spaziali in aree pilota e potrà facilmente integrarsi con la prima linea di ricerca.

3. Global urban vegetation monitoring. Questa linea di ricerca si svilupperà tipicamente ad una scala globale grazie all'uso di piattaforme di cloud computing e di informazioni telerilevate disponibili in modo continuo a scala planetaria. Lo scopo della ricerca è l'analisi della vegetazione in ambito urbano, i suoi trend spaziali e temporali, e arrivando a produrre modelli di previsione degli sviluppi futuri in base a diversi scenari, anche nel contesto dei cambiamenti climatici e del loro potenziale impatto sulla vegetazione.

4. Citizen science. Questa linea di ricerca ha lo scopo di sviluppare nuovi metodi di interazione con i cittadini sui temi dello studio della vegetazione urbana. Saranno sviluppate apposite stazioni pubbliche dove poter seguire in tempo reale lo stato della funzionalità ecosistemica della vegetazione, saranno sviluppati canali di comunicazione multimediali per aumentare la conoscenza dei cittadini sul ruolo della vegetazione e della sua corretta gestione. Saranno inoltre sviluppati sistemi tramite APP che permetteranno ai cittadini di fornire direttamente con i propri smartphone informazioni utili a supportare il monitoraggio in tempo reale della vegetazione.

Queste linee di ricerca hanno lo scopo di sviluppare nuovi approcci per l'analisi spaziale mediante l'integrazione di metodologie di analisi basate sui sistemi complessi in stretto contatto con le sezioni Botanica urbana, di Sistemi Complessi e di Sociologia Urbana

Sociologia Urbana

Un futuro per la città sostenibile, inclusiva e giusta.

La Fondazione promuove una strategia di ricerca che si centra sull'idea di città come generatore di benessere. Questo benessere è da intendersi come la coesistenza equilibrata di tutti gli organismi viventi, governata da una distribuzione equa dell'accesso alle risorse. In questo senso, non può esistere un benessere che non sia giusto e inclusivo, in senso esteso: non solo intra-specie (il benessere degli umani, ad esempio) ma necessariamente inter-specie (il benessere di tutta la comunità vivente).

Il benessere è infatti un fascio di concetti ampio che va inteso come un “essere insieme convivialmente”: un insieme degli organismi viventi, dove l'umano e il naturale coesistono e intrattengono rapporti di mutua collaborazione, per cui tutte le parti, a seconda delle loro specificità, sostengono e sono sostenute dalle altre.

La città può essere intesa come possibile nicchia ecologica della specie umana⁴⁸, e come tale la Fondazione ne ricerca le condizioni per il suo sviluppo, ispirandosi ad un concetto di crescita che guarda al mutuo appoggio attivo tra mondo animale e naturale⁴⁹, piuttosto che alla competizione, mistificazione delle ricerche darwiniane che serve a legittimare un modello di crescita irreali⁵⁰, reso obsoleto dalla prossimità della crisi ambientale.

La Fondazione avanza anche proposte di intervento progettuale, secondo una prospettiva inevitabilmente inter-scalare. A tutte le scale dell'abitare, dalla piccola scala dell'oggetto e dello spazio che circonda il corpo, alla scala degli interni e dell'architettura, a quella urbana, del paesaggio e dell'area vasta metropolitana, la Fondazione articola un programma di proposte applicative rigorosamente ancorate ai risultati della ricerca, secondo una metodologia continua e ricorsiva in cui scienza e progetto si alimentano reciprocamente.

La Fondazione si propone di indagare una serie di nessi cruciali ma problematici, perché ancora non pienamente compresi, per rendere meno incerto il futuro della città. Questi nessi riguardano il rapporto tra umano e vegetale; tra forme dell'ambiente costruito, piante ed eque opportunità nell'accesso alla salute; tra ambiente costruito e diritto a una cittadinanza giusta e inclusiva; tra specifici elementi urbani, distribuzione del benessere ed equilibri eco-sistemici; tra ambiente costruito, verde urbano e orientamento dei comportamenti e delle preferenze; tra pianificazione e gestione dei processi di trasformazione della città e delle sue componenti viventi.

⁴⁸ Uexkull, J. von, Kriszat, G., & Mazzeo, M. (2010). *Ambienti animali e ambienti umani: Una passeggiata in mondi sconosciuti e invisibili*. Quodlibet.

⁴⁹ Kropotkin, P. (1993, 1902) *Mutual Aid: a factor of evolution*. London: Freedom Press.

⁵⁰ Meadows, D. H., & Club of Rome (A c. Di). (1972). *The Limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books.

Il rapporto tra umano e vegetale

La Fondazione si interessa alla relazione tra persone e piante in termini di consapevolezza, sinergia e benessere, a partire dalla biofilia⁵¹, ovvero dai benefici che la presenza di natura e in particolar modo delle piante hanno sul nostro stato di salute⁵² e sulla percezione di noi stessi⁵³. Attraverso l'esplorazione di questo asse tematico, la Fondazione vuole indagare alcuni temi ancora poco affrontati, come l'impatto sui comportamenti e sulle preferenze, sulla prosocialità⁵⁴, sulla generosità, sulla cooperazione tra individui. Restituendo la giusta attenzione allo studio delle piante, storicamente marginale, soprattutto nelle scienze sociali ma anche in altri ambiti del sapere scientifico, e raramente esplorato in maniera esaustiva e sensibile alle implicazioni; recuperando la genealogia di contributi sul tema e producendone di originali, vuole adottare e fornire una linea di interpretazione del reale che sia fedele al sistema della vita sulla Terra, ovvero che riconosca alle piante un ruolo preponderante nella definizione delle dinamiche di interazione, organizzazione, produzione e modifica dell'ambiente e conservazione della vita. Inoltre, la Fondazione vuole indagare i meccanismi cognitivi che sottostanno alla cecità alle piante⁵⁵, valutarne gli effetti prodotti; favorire la consapevolezza della presenza delle piante e l'interazione nello spazio della quotidianità, privato e pubblico, incoraggiando dinamiche di cura e relazione e non unicamente di fruizione.

⁵¹ Wilson, E.O. (1984) *Biophilia*, Harvard University Press: Cambridge, MA, USA.

Kellert, S.R.; Wilson, E.O. (1993) *The Biophilia Hypothesis*, Island Press: Washington, DC, USA

Kellert, S.R. (2005) *Building for Life: Designing and Understanding the Human-Nature Connection*, Island Press: Washington, DC, USA

⁵² Ulrich, R. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science* 224, 420–421

Nutsford, D., Pearson, A. L., & Kingham, S. (2013). An ecological study investigating the association between access to urban green space and mental health. *Public Health*, 127(11), 1005–1011.

<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2013.08.016>

Triguero-Mas, M., Dadvand, P., Cirach, M., Martínez, D., Medina, A., Mompert, A., Basagaña, X., Gražulevičienė, R., Nieuwenhuijsen, M.J. (2015). Natural outdoor environments and mental and physical health: Relationships and mechanisms. *Environment International* 77, 35–41

van den Berg, M., Wendel-Vos, W., van Poppel, M., Kemper, H., van Mechelen, W., & Maas, J. (2015). Health benefits of green spaces in the living environment: A systematic review of epidemiological studies. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 806–816. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.008>

⁵³ Joye, Y., & Bolderdijk, J. W. (2015). An exploratory study into the effects of extraordinary nature on emotions, mood, and prosociality. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01577>

⁵⁴ Goldy, S. P., & Piff, P. K. (2020). Toward a social ecology of prosociality: Why, when, and where nature enhances social connection. *Current Opinion in Psychology*, 32, 27–31.

<https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.06.016>

⁵⁵ Bouteau, F., Grésillon, E., Chartier, D., Arbelet-Bonnin, D., Kawano, T., Baluška, F., Mancuso, S., Calvo, P., & Laurenti, P. (2021). Our sisters the plants? Notes from phylogenetics and botany on plant kinship blindness. *Plant Signaling & Behavior*, 16(12), 2004769. <https://doi.org/10.1080/15592324.2021.2004769>

Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2–9.

Forme dell'ambiente costruito, piante ed eque opportunità nell'accesso alla salute⁵⁶

La Fondazione ritiene l'ampia disponibilità di natura il primo requisito della città del futuro; inoltre, riconosce come imperativo la definizione di strategie di massimizzazione e distribuzione dei benefici prodotti dalle risorse vegetali. Per questo, a partire dalle evidenze scientifiche sull'impatto sulla qualità della vita e sulla salute⁵⁷, oltre che su altri aspetti del benessere come l'aumento della sicurezza percepita⁵⁸, la Fondazione esplorerà i modi in cui la presenza di piante migliora l'esperienza estetica e psicofisica della città. L'interesse per i benefici psicofisici apportati dalle piante nello scenario urbano non si limiterà alla quantificazione, alla traduzione economica in termini di risparmio sulla spesa pubblica nella sanità⁵⁹, comunque importanti, ma guarderà alla loro distribuzione spaziale e accessibilità per tutti⁶⁰. La presenza delle piante nei luoghi di cura, oltre che di apprendimento, saranno oggetto di un'indagine finalizzata al ripensamento degli ambienti e delle modalità di terapia e di crescita (come, ad esempio, la scuola). In questo modo sarà possibile elaborare criteri di valutazione scientifica dell'efficacia della riconversione delle città da una condizione attuale, insalubre e afflitta da criticità ambientali e sociali, a quella, ricercata dalla Fondazione, di generatore di benessere diffuso.

Ambiente costruito e diritto a una cittadinanza giusta e inclusiva

Muovendo dalla consapevolezza della non neutralità di ogni intervento nello spazio urbano, neanche se guidato da premesse ecologiche, la Fondazione si propone di approfondire le concatenazioni tra la pianificazione e l'attuazione degli interventi e l'organizzazione della vita collettiva, in termini di tutela dei diritti e offerta di opportunità. Il tema generale della sostenibilità urbana, che verrà inteso come sintesi di obiettivi ambientali, sociali, economici e psicofisici, sarà affrontato dalla Fondazione con un'attenzione particolare agli esiti sociali del progetto. Sfidando una visione a-critica del progetto urbanistico e architettonico, la città sarà intesa come un sistema di diritti: inclusione, equità, accessibilità saranno ricercate come effetti primari di progetti informati di alterazione dello spazio urbano, e non come ricadute forse possibili, o

⁵⁶ World Health Organization. (2012). *Environmental health inequalities in Europe. Assessment report*. Bonn: The WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office, WHO Regional Office for Europe.

⁵⁷ Zhang, J., Yu, Z., Zhao, B., Sun, R., & Vejre, H. (2020). Links between green space and public health: A bibliometric review of global research trends and future prospects from 1901 to 2019. *Environmental Research Letters*, 15(6), 063001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab7f64>

⁵⁸ South, E. C., Kondo, M. C., Cheney, R. A., & Branas, C. C. (2015). Neighborhood Blight, Stress, and Health: A Walking Trial of Urban Greening and Ambulatory Heart Rate. *American Journal of Public Health*, 105(5), 909–913. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.302526>

⁵⁹ Donovan, G. H. (2017). Including public-health benefits of trees in urban-forestry decision making. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22, 120–123. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.02.010>

⁶⁰ Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234-244.

genericamente desiderate⁶¹. A questo fine, la progettualità della Fondazione sarà mediata dai saperi delle scienze comportamentali, della psicologia, della sociologia, antropologia culturale, economia comportamentale, ecc.

Piante, sostenibilità ed equilibrio dei sistemi urbani

In continuità con le linee guida dei programmi comunitari e nazionali, che riconoscono nella riforestazione urbana la strategia più promettente al contempo per la vivibilità e l'attrattività delle città, la Fondazione intende indagare le potenzialità e gli effetti che la distribuzione delle piante e dei sistemi vegetali ha sull'equilibrio dei complessi urbani. Superando i limiti di una interpretazione univoca del verde urbano come fonte di benefici diffusi per la comunità urbana nella sua interezza, e del relativo approccio quantitativo al tema⁶², la Fondazione si interessa alle più profonde implicazioni della reintroduzione del verde e della natura in città. In particolare, la Fondazione si propone di affrontare e scongiurare i rischi di quella visione consensuale, definita come "ortodossia verde"⁶³, che genera un discorso a-politico e a-critico sulla sostenibilità urbana e che enfatizza gli impatti positivi evitando considerazioni sui reali esiti socio-spaziali, che possono essere positivi ma anche negativi, quando generano nuove forme di disuguaglianze⁶⁴ o si propongono come criterio di legittimazione di nuovo sviluppo urbano. A partire dagli studi economici e sociali e tramite percorsi di ricerca originali sulla relazione tra il *greening* urbano e la comparsa o l'accelerazione di fenomeni di esclusione e dislocazione⁶⁵, segregazione, espulsione⁶⁶, eco-gentrificazione⁶⁷ e preclusione dei diritti, la Fondazione promuoverà l'elaborazione di visioni e piani integrati e consapevoli per la rigenerazione delle città. Alcuni temi: il confronto tra presunti e reali beneficiari degli interventi di riqualificazione urbana⁶⁸; le ricadute degli interventi di ri-naturalizzazione sul mercato

⁶¹ Amorim-Maia, A. T., Anguelovski, I., Chu, E., & Connolly, J. (2022). Intersectional climate justice: A conceptual pathway for bridging adaptation planning, transformative action, and social equity. *Urban Climate*, 41, 101053. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101053>

⁶²Haase, D., Kabisch, S., Haase, A., Andersson, E., Banzhaf, E., Baró, F., Brenck, M., Fischer, L. K., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Krellenberg, K., Kremer, P., Kronenberg, J., Larondelle, N., Mathey, J., Pauleit, S., Ring, I., Rink, D., Schwarz, N., & Wolff, M. (2017). Greening cities – To be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities. *Habitat International*, 64, 41–48

⁶³ Anguelovski, I., Connolly, J., Brand, A.L., 2018. From landscapes of utopia to the margins of the green urban life: For whom is the new green city? *City* 22, 417–436

⁶⁴ Cucca, R. (2012). The unexpected consequences of sustainability. Green cities between innovation and ecogentrification. *Sociologica*, 6(2).

⁶⁵ Dooling, S. (2009). Ecological gentrification: A research agenda exploring justice in the city. *International Journal of Urban and Regional Research*, 33, 621-639.

Gould, K. A., & Lewis, T. L. (2017). *Green Gentrification: Urban sustainability and the struggle for environmental justice*. Routledge, 182.

Quastel, N. (2009). Political ecologies of gentrification. *Urban Geography*, 30, 694-725.

Anguelovski, I., Shi, L., Chu, E., Gallagher, D., Goh, K., Lamb, Z., Reeve, K., Teicher, H., 2016. Equity Impacts of Urban Land Use Planning for Climate Adaptation: Critical Perspectives from the Global North and South. *Journal of Planning Education and Research* 36, 333–348

⁶⁶ Sassen S. (2014). *Expulsions. Brutality and Complexity in the Global Economy*. Cambridge, MA: Harvard University Press

⁶⁷ Lees, L., Slater, T., & Wyly, E. (2007). *Gentrification*. New York, USA, Oxford, United Kingdom: Routledge.

⁶⁸ Checker, M. 2011. "Wiped Out by the "Greenwave": Environmental Gentrification and the Paradoxical Politics of Urban Sustainability." *City & Society* 23:210–229

fondario e immobiliare; il censimento della distribuzione e dell'accessibilità dei servizi ecosistemici in città, in termini di qualità, quantità, dimensione e struttura delle aree verdi⁶⁹.

Il rapporto tra soluzioni progettuali ed equilibri eco-sistemici alla scala di città

La Fondazione adotta e promuove un approccio all'ideazione e alla valutazione degli interventi di reintroduzione della componente naturale nella città che non soffra i limiti del tecnocentrismo e della definizione monodisciplinare. Al contrario, la multidimensionalità del tema si rifletterà nella modalità di ricerca e progettazione delle soluzioni e degli elementi urbani (intesi come moduli, parti di reti, organismi complessi), tramite un modello generalista e non specialistico, e realmente interdisciplinare, che offra spazio di confronto tra vari domini disciplinari. La città non è intesa dalla Fondazione come un ambiente nel quale collocare spazialmente elementi che ospitano la vita biologica, bensì come un sistema dinamico di relazioni tra viventi. Inserendosi nell'attuale ricerca sulle Nature Based Solutions⁷⁰ e sui servizi ecosistemici⁷¹ e dunque sulle tipologie, la valutazione e l'implementazione delle infrastrutture verdi e blu, generalmente orientata dai principi dell'efficienza, della misurabilità, della replicabilità e della misurazione dell'investimento, la Fondazione adotterà una più ampia prospettiva critica, che guarderà alle forme del progetto in quanto dispositivi di attivazione di meccanismi, desiderabilmente virtuosi, di relazione tra individui e collettività vivente. In questo senso, La Fondazione prediligerà definizioni dei servizi ecosistemici che restituiscono la componente relazionale tra persone e natura, evidenziandone il carattere di reciprocità⁷². La Fondazione si servirà di specifici strumenti e modelli di misurazione dei benefici e delle ricadute degli interventi e dei piani di gestione: laddove tali modelli non siano disponibili, ne produrrà di nuovi, mettendo a sistema tutti gli indicatori di benessere.

Ambiente costruito, verde urbano e orientamento dei comportamenti e delle preferenze

Partendo dagli assunti che le preferenze collettive costituiscono un insieme dinamico, soggetto a variazioni ambientali e trasformazioni delle

⁶⁹ De la Barrera, F., Reyes-Paecke, S., & Banzhaf, E. (2016a). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. *Ecological Indicators*, 62, 212e219.

⁷⁰ European Commission. (2015). *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for nature-based solutions & Re-Naturing cities*. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities'. Brussels, Belgium.

⁷¹ European Commission. (2013). *Building a Green Infrastructure for Europe*. Publications Office of the European Union: Luxembourg.

Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>

⁷² Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K. M. A., Baste, I. A., Brauman, K. A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P. W., van Oudenhoven, A. P. E., van der Plaats, F., Schröter, M., Lavorel, S., ... Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270–272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>

rappresentazioni socialmente costruite⁷³; che buona parte delle scelte individuali e quotidiane sono guidate dalle euristiche prima che da processi razionali⁷⁴; e che i dispositivi progettuali alla scala di città hanno la facoltà di influenzare le scelte e le azioni individuali e collettive⁷⁵, la Fondazione analizzerà, con il contributo delle scienze comportamentali, l'impatto dell'ambiente costruito sui comportamenti. In particolar modo, poiché la risposta della cittadinanza alle proposte di rinnovamento sostenibile delle città ne determina direttamente le prospettive di successo, saranno prese in esame l'impatto sulle abitudini e le possibilità di incentivo o disincentivo di scelte relative alle modalità d'uso degli spazi e di interazione sociale. Ad esempio, la Fondazione analizzerà i benefici percepiti della presenza di piante in città e la relazione tra la disponibilità di verde urbano e l'adozione, da parte della cittadinanza, di comportamenti virtuosi e sostenibili in termini di salute e impatto ambientale, come la mobilità lenta, la riduzione dei consumi energetici, la permanenza all'aperto.

Il progetto e il governo dei processi di trasformazione della città e delle sue componenti viventi

Al fine di produrre gli strumenti epistemologici per l'innovazione del progetto e del governo della città come generatrice di benessere e come organismo complesso, la Fondazione accoglie i contributi dell'ecologia, della sociologia, della biologia e della fisica⁷⁶, per superare alcuni paradigmi strutturali delle discipline e del nostro approccio ai sistemi complessi⁷⁷. Le dimensioni progettuali del tempo, della cura, del controllo, così come le strategie predittive degli esiti, saranno affrontate in una cornice sistemica, ispirata ai processi biologici e alle dinamiche di organizzazione, comunicazione, trasformazione e adattamento del mondo vegetale. Inoltre, la Fondazione farà ricerca per la città multispecie: non intendendo gli elementi vegetali come servizi (economicamente declinati, dunque astratti dalla loro dimensione reale e biologica) ma in quanto componente vivente, dunque dinamica, soggetta a cicli e tempi di rigenerazione, in relazione con tutti gli altri abitanti del sistema urbano. L'avvio, il monitoraggio e la cura (intesa come tutela, custodia e conservazione attiva, prima che come gestione e manutenzione) dei processi biologici nella città saranno considerati aspetti primari dei progetti proposti dalla Fondazione. Adottando le teorie sui beni comuni e sul ruolo della collettività nella conservazione dell'ambiente e delle risorse⁷⁸, la Fondazione perseguirà con i propri progetti la coesione sociale e la riappropriazione dello spazio pubblico.

⁷³ Moscovici, S. (2005). *Le rappresentazioni sociali*. Il Mulino.

⁷⁴ Kahneman, D. (2003) Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. *The American Economic Review*, 93(5), pp. 1449-1475

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*.

⁷⁵ Thaler, R.H., Sunstein, C.R. (2009). *Nudge: improving decisions about health, wealth, and happiness*.

⁷⁶ Capra, F. (1997). *The web of life: A new scientific understanding of living systems*. Anchor Books, Doubleday.

⁷⁷ Gandy, M. (2022). *Natura urbana: Ecological constellations in urban space*. The MIT Press.

⁷⁸ Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*.

Arti per il Futuro Della Città

È il programma di scambi tra arte e scienza trasversale alle sezioni di ricerca della Fondazione.

Il programma si focalizza sull'arte come agente di cambiamento per il futuro delle città consapevole delle sfide ecologiche e sociali e informata degli avanzamenti nella ricerca.

Le attività hanno lo scopo di produrre azioni concrete e strategie che si pongano come modello per cambiamenti sulle politiche, sull'uso delle risorse e degli spazi alla scala globale.

Le relazioni tra artisti e scienziati intendono inoltre ispirare la ricerca valorizzando l'approccio creativo e interdisciplinare per soluzioni inedite utili all'ambiente.

Il programma si ispira ai modelli del CERN (Arts at CERN) per il dialogo tra scienziati ed artisti; al Center for advanced visual studies del MIT (oggi confluito nell'Art Culture and Technology program e nel Medialab) per influenza tra arte e scienze applicate; all'Akademie Schloss Solitude per l'apertura verso nuovi linguaggi interdisciplinari.

La programmazione d'avvio prevede tre anni di attività, ha l'obiettivo di raccogliere il contributo di artisti, studiosi e critici da tutto il mondo, ed è aperta a tutti i linguaggi dell'arte prediligendo le ricerche che dimostrano compatibilità con i temi e metodi della scienza, e capacità d'incidere sulle questioni più urgenti.

STRUTTURA

Il programma si compone di tre sezioni: visioni, modelli e panorama.

Visioni

Sezione dedicata ad artisti affermati.

Gli artisti sono invitati a Firenze per:

incontrare i ricercatori della Fondazione;

tenere una talk che risponda alla domanda: Tre opere per il futuro della città;

esporre un lavoro nella hall d'ingresso della F.;

Lo scopo di questa sezione è ispirare la ricerca introducendo gli scienziati ai metodi dell'arte ed ai suoi risultati.

Modelli

Sezione dedicata ad artisti mid-career ed emergenti.

Programma di residenze (su invito o su bando; giuria o comitato di selezione interdisciplinare) che prevede:

l'incontro e la collaborazione tra artisti e sezioni di ricerca della Fondazione;

la realizzazione di un intervento sulla città di Firenze (o sulla Toscana) ispirato dalle ricerche, scalabile e utile all'applicazione e diffusione dei temi della F.

una mostra sulla ricerca condotta e un incontro sul progetto.

Lo scopo di questa sezione è realizzare interventi sulla città che possano essere scalati su altri contesti urbani e che rendano Firenze e la Fondazione un modello per soluzioni concrete di dialogo e divulgazione con la scienza che usano l'arte come agente di cambiamento.

La residenza durerà 4 mesi alla fine della quale sarà allestita la mostra. Gli artisti avranno ulteriori 6 mesi per completare l'intervento sulla città e finire l'opera.

Panorama

Sezione dedicata a pensatori, curatori, critici e storici.

La sezione prevede:

l'incontro con gli artisti in residenza;

una conferenza dedicata ai ricercatori sul rapporto tra arte e scienza.

FORMAZIONE

La Fondazione per il Futuro delle Città ha nella formazione un obiettivo statutario. Si tratta infatti di uno strumento fondamentale per fare crescere la consapevolezza delle sfide della transizione ecologica e sociale delle città. Consapevolezza che deve crescere in vari ambienti ed ecosistemi, che saranno oggetto di programmi formativi specifici. È possibile individuare alcuni ambiti in particolare:

- **Formazione dottorale e post dottorale**, promossa dalla Fondazione in partnership con selezionate università nazionali ed internazionali.
- Formazione legata allo sviluppo di **Master Universitari di primo e secondo livello**, promosso in partnership con selezionate università nazionali ed internazionali
- Programma di **Formazione executive** per quadri e dirigenti di imprese interessati al tema della sostenibilità urbana ed ai temi oggetto del lavoro e delle competenze della Fondazione
- Programma di **Formazione rivolto al settore pubblico**, in grado di affrontare le sfide delle trasformazioni urbane dalla prospettiva degli enti pubblici
- **Programmi disegnati** sulle esigenze di progetti formativi specifici.

La molteplicità dei programmi formativi attivabili si articola intorno a un cuore di competenze centrali, il patrimonio di conoscenza al cuore della attività della Fondazione, che articola intorno al tema della trasformazione urbana e della transizione ecologica i grandi temi della botanica e delle *nature based solutions*, dell'urbanistica, delle scienze sociali, delle tecnologie di osservazione dallo spazio e delle scienze dei sistemi complessi applicate al contesto urbano.

I programmi di formazione dottorale e post dottorale hanno per obiettivo lo sviluppo di una generazione di ricercatori capaci di affrontare le sfide della transizione dei territori da una prospettiva integrata, in grado di fare dialogare diversi saperi scientifici.

Gli altri programmi hanno per obiettivo la formazione o il reskilling di dipendenti di imprese ed enti che nel loro lavoro hanno necessità di una maggiore consapevolezza su temi ambientali, di cambiamento climatico, di trasformazioni urbane e di gestione di cambiamenti complessi. La crescita della sensibilità ai temi della sostenibilità ha creato una platea ampia di soggetti pubblici e privati potenzialmente interessabili alla formazione sui temi oggetto della missione della Fondazione.

La Formazione dottorale, sviluppata in partnership con università selezionate, richiede la attivazione di convenzione/i con università che attivano cicli dottorali nel corso del 2022. Si ipotizza di inserire nei programmi dottorali 6-8 studenti nel 2022.

I Master sono i programmi di maggiore visibilità della Fondazione. Saranno strutturati per promuovere una conoscenza interdisciplinare come cuore della capacità di interpretare e intervenire sulla complessità della transizione ecologica urbana. Pensati per practitioners che desiderano formarsi o aggiornarsi sulle tematiche oggetto del master, che saranno i temi fondamentali di lavoro della Fondazione (soluzioni naturali urbane, pianificazione urbana, pianificazione strategica, approcci al cambiamento, sistemi complessi, contributi delle scienze sociali alle trasformazioni urbane, tecnologie per l'osservazione delle città, etc. I profili formati dal percorso di Master hanno consapevolezza dell'impatto di strategie e politiche sulla dimensione territoriale ed urbana. Possono occupare vari ruoli, sia esistenti sia nuovi ruoli come gli *ufficiali scientifici* urbani: il professionista che sa leggere le traiettorie di sviluppo della città dal punto di vista scientifico tecnologico.

Si ipotizza la partenza della prima edizione del Master nel dicembre 2022, aperto a max 50 allievi. Il costo del master dovrà essere oggetto di un approfondimento specifico, tenendo presente la eventuale opportunità di potere offrire borse di studio ad una parte degli allievi.

Gli altri programmi di formazione, sia rivolti al settore pubblico che al settore privato, sono più compatti e possono durare da 1 giornata a una dozzina di giornate. Anche svolgibili durante i weekend o venerdì-sabato.

I programmi formativi potranno essere erogati in modalità blended, con almeno un terzo della attività formativa in presenza, ed il resto seguibile online. A tale fine presso la sede vengono allestite almeno due aule formative, dotate di tecnologie adeguate.

Alcune imprese ed enti pubblici chiederanno programmi formativi custom, per i propri dipendenti o collaboratori. Progetti che la Fondazione potrà gestire sviluppando il concept ed acquisendo formatori e docenti anche esterni, sempre valutati rispetto alla qualità dei contenuti, della capacità di interessare e stimolare la classe, a sviluppare pensiero critico da parte degli allievi.

Le attività formative potranno essere anche parte di accordi con soci pubblici e privati della Fondazione.

La Fondazione curerà la comunità degli Alumni e valorizzerà il contributo che questi potranno dare alla trasformazione ecologica urbana.

FORESTAZIONE URBANA

La FFC si propone l'obiettivo generale di realizzare azioni di ricerca applicata e progetti di intervento dedicate alla forestazione urbana partendo dalla definizione di Nature Based Solution che siano adattabili e scalabili ai diversi contesti urbani e periurbani. Partendo dalle conoscenze tecniche e scientifiche e dall'esperienza di ForestaMi sarà possibile attivare linee di ricerca e di intervento volte a:

- progettare e realizzare interventi di forestazione urbana che rispondano alle linee guida nazionali ed internazionali. *Questo punto è in sinergia con la Linea 1 della Fondazione dedicata allo studio dei rapporti Pianta-Uomo e sul Benessere urbano*
- Definire strategie di monitoraggio e valutazione delle dinamiche ecologiche urbane con particolare riferimento ai temi della biodiversità funzionale. *Questo punto ha alcune sinergie con le progettuali di ricerca della Linea 1 come, ad esempio, quelle di carattere fisiologico (piante e stress; riscaldamento globale ecc)*
- Progettare e realizzare azioni di implementazione, mitigazione e gestione della foresta urbana anche con un approccio previsionale legato alle modifiche urbane e alle variazioni microclimatiche. *Collegamento con Linea 1 soprattutto per gli aspetti di innovazione tecnologica e biotecnologica (nuove piante, specie resistenti, ammendati, ecc)*

Al fine di rendere concrete e applicabili le azioni di ricerca, questa linea di intervento si occuperà di:

- a) Sviluppare strategie di relazione con le istituzioni e le amministrazioni pubbliche e private al fine di sviluppare piani di intervento operativi
- b) Sviluppare azioni di supporto tecnico alle attività di forestazione e azioni di ripristino delle aree urbane.

Di seguito si riporta una breve descrizione delle azioni di ricerca e di intervento

Azione 1 – Mappatura stakeholder e aggregazione competenze

La prima azione è rivolta ad aggregare le realtà nazionali (ed internazionali) che sono attivi nei diversi segmenti della forestazione urbana (produzione vivaistica, progettazione, impiantistica, ecc) con lo scopo di i) creare un team ampio e operativo di ricercatori, professionisti e realtà che possono essere coinvolti in progettualità tecniche e operative; ii) valorizzare esperienze pregresse, conoscenze e sinergie al fine di individuare criticità e soluzioni; iii) attivazione azioni di condivisione e formazione per diversi segmenti della filiera (produzione essenze, certificazione, realizzazione intervento, monitoraggio) volte sia a promuovere linee guida, sia a creare opportunità di lavoro e formazione tecnica. Questa azione prevede anche investimenti di

comunicazione e un'analisi di posizionamento del gruppo di ricerca della fondazione nel panorama nazionale e internazionale

In questa fase si procederà inoltre a definire le modalità di relazione con le istituzioni territoriali e le amministrazioni pubbliche e private che sono coinvolte nelle azioni di realizzazione degli interventi.

Azione 2 – Valutazione degli interventi di forestazione urbana

Questa azione è dedicata a sviluppare linee di ricerca tematiche dedicate alla dinamica della foresta urbana al fine di valutare gli interventi effettuati nei diversi contesti nazionali. I ricercatori si dovranno dedicare principalmente alla definizione di indicatori tecnici legati ai servizi ecosistemici e alla definizione di strumenti e parametri di misura. Questo richiede sostanzialmente la capacità di trasferire le conoscenze dalla ricerca di base e da progetti pilota relative soprattutto allo sviluppo di interventi volti ad incrementare i servizi ecosistemici di regolazione e di supporto in contesto applicativo. In particolare, vista la scala nazionale è possibile costruire da una parte un database che permetta di studiare gli effetti della forestazione urbana su scala nazionale, e dall'altra progredire nella quantificazione e qualificazione dei servizi ecosistemici creando possibili sinergie di mercato (vedi mercato carbonio, ma anche effetti su salute etc). Gli strumenti individuati dovranno essere validati in ambiente operativo e confrontati con parametri standard. Questa azione potrebbe stimolare anche la nascita di nuovi sensori e lo sviluppo di software e strumenti capaci di integrare elementi multi-parametro volti a misurare l'efficacia della forestazione.

Una seconda attività che sarà sviluppata in questa azione si riferisce alla formazione di competenze tecniche dei ricercatori e personale della fondazione per poter supportare in modo concreto le diverse fasi della progettazione e realizzazione della foresta urbana. In questo ambito le competenze pregresse di progetti già realizzati funzioneranno da living lab sia di formazione sia di validazione delle tecnologie e delle strumentazioni.

Azione 3- Ecologia della foresta urbana

Questa azione è volta a sviluppare progettualità di ricerca dedicate a diversi contesti urbani oggetto di interventi di rigenerazione allo scopo di valutare la struttura degli ecosistemi e la loro evoluzioni in risposta alle condizioni urbane. In questo ambito potranno essere coinvolti ricercatori dedicati alle misurazioni degli elementi dell'ecosistema come la produttività primaria, il ciclo delle risorse e degli elementi e gli effetti sul contesto urbano (es. permeabilità dei suoli). Al tempo stesso saranno anche attività progetti e azioni di ricerca rivolti ai servizi ecosistemi complessi come l'impollinazione e la dispersione.

Azione 4- Ripristino e rafforzamento

Questa azione si dedica alla definizione di strumenti tecnici volti a implementare le attività di forestazione urbana. Si analizzeranno gli aspetti di approvvigionamento delle risorse (es. acqua, suolo, ecc), quelli urbanistico-

architettonici e quelli ecologici. Uno dei temi di ricerca sviluppati riguarda la bioremediation in contesto urbano non tanto dal punto di vista della scelta delle essenze e dell'efficacia di bioestrazione ma soprattutto per gli aspetti di fattibilità tecnica e gestionale e per gli elementi amministrativo e legislativo.

Azione 5 – Monitoraggio

Questa azione si dedica alla definizione di strumenti di monitoraggio attivo degli interventi di forestazione che sono fondamentali per prevenire fattori di erosione e disturbo, per attuare procedure correttive e per valutare attività di implementazione come la connessione ecologica tra aree urbana. Questa attività prevede sia azioni di ricerca rivolte allo sviluppo tecnologico come sensoristica e software ad essi abbinati, sia studio di processi e azioni di partecipazione e condivisione con cittadini e stakeholder.

Azione 6 – Formazione e Amplificazione

Le conoscenze tecniche e scientifiche frutto di esperienze dirette del progetto ForestaMi e delle altre attività seguite dalla fondazione saranno valorizzati attraverso specifiche azioni di formazione e disseminazione che saranno rivolti a specifici stakeholder tra cui: 1) tecnici che operano direttamente sulle aree di intervento; 2) amministratori delle aree pubbliche e private; attori aziendali coinvolti nella filiera della transizione ecologica urbana.

Questa attività prevede lo sviluppo sia di strumenti di formazione anche sfruttando adeguati supporti digitali, sia contenuti e iniziative laboratoriali replicabili in diversi contesti.

IPOTESI DI BUDGET

- Si stima di realizzare integralmente nel triennio 2022-2024 i **principali investimenti necessari** per l'avvio del Centro di Ricerca e la Scuola di Alta Formazione.

INVESTIMENTI PREVISTI - €uro	2022	2023	2024	TOTALE
Analisi dei composti volatili	280.000	280.000	---	560.000
Strumentazione Base	94.000	---	---	94.000
Arredi e strumentazione	150.000	---	---	150.000
Microscopia avanzata	105.000	280.000	315.000	700.000
INVESTIMENTI LABORATORI	629.000	560.000	315.000	1.504.000
Sede	1.540.500	1.521.000	1.501.500	4.563.000
Arredamenti e attrezzature informatiche	100.000	---	---	100.000
Promozione della Fondazione	80.000	50.000	50.000	180.000
Strutturazione e promozione Master	50.000	30.000	30.000	110.000
Costi di avviamento	40.000	---	---	40.000
TOTALE INVESTIMENTI	2.439.500	2.161.000	1.896.500	6.497.000

- Si riportano di seguito le assunzioni relative alla **composizione dell'organico** ritenuto ottimale per il periodo di budget.

ORGANICO			
RUOLO	N° FIGURE	COSTO PER FIGURA (€)	COSTO TOTALE (€)
DIRETTORE GENERALE	1	210.000	210.000
APICALI (Dir. Amministrativo e Senior Project Manager)	2		250.000
Senior Researcher	4	15.000	60.000
Assegnisti (Ricercatori post doc.)	4	30.000	120.000
Dottorandi	6	20.000	120.000
TEAM DI RICERCA	14		300.000
Senior Researcher	1	50.000	50.000
Assegnisti (Ricercatori post doc.)	5	30.000	150.000
PERSONALE FORESTAZIONE URBANA	6		200.000
Assistente di direzione	1	35.000	35.000
TEAM AMMINISTRATIVO	1		35.000
TOTALE ORGANICO	24		995.000

- Di seguito si riepilogano **le voci di ricavo e costo ipotizzate per il biennio 22-23.**

CONTO ECONOMICO - €uro	2022	2023
CAPITALE DI GESTIONE	3.000.000	1.500.000
Organico centro di ricerca	(567.500)	(995.000)
Spese varie Ricerca	(90.000)	(180.000)
Spese varie Forestazione Urbana	(150.000)	(150.000)
Materiale da laboratorio	(15.000)	(40.000)
Consulenze professionali	(12.500)	(25.000)
Utenze	(25.000)	(100.000)
COSTI OPERATIVI	(860.000)	(1.490.000)
DIFFERENZA RICAVI - COSTI OPERATIVI	2.140.000	10.000

- Si riportano **i flussi finanziari previsti** considerando i costi e gli investimenti previsti e il Fondo di Gestione e il Capitale di Dotazione accordato.

ENTRATE - USCITE €'000	2022	2023
ENTRATE PER FONDO DI GESTIONE	3.000	1.500
USCITE PER COSTI OPERATIVI	(860)	(1.490)
FLUSSI RICAVI - COSTI	2.140	10
CAPITALE DI DOTAZIONE	5.000	1.500
INVESTIMENTI	(2.440)	(2.161)
FLUSSI INVESTIMENTI - CAPITALE DI DOTAZIONE	2.561	(661)
FLUSSI CUMULATI	4.701	4.050