

*Convegno 60ennale OICE*

# La gestione della complessità

---

Patrizia Lombardi

*Politecnico di Torino*



**Politecnico  
di Torino**



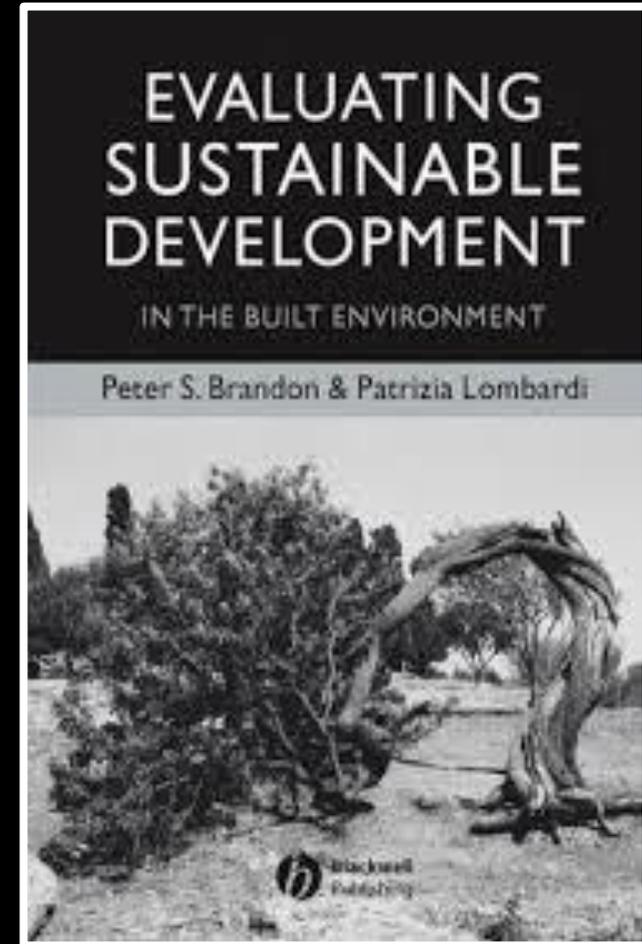
*"May you live in  
interesting times"*

[http://west-wight-sangha.blogspot.it/2010\\_05\\_01\\_archive.html](http://west-wight-sangha.blogspot.it/2010_05_01_archive.html)



**“At the heart of the  
sustainable development  
agenda is the question of  
management”**

(Brandon and Lombardi, 2005; II ed. 2011)





01

**COMPLESSITA' DEI  
SISTEMI  
TERRITORIALI**

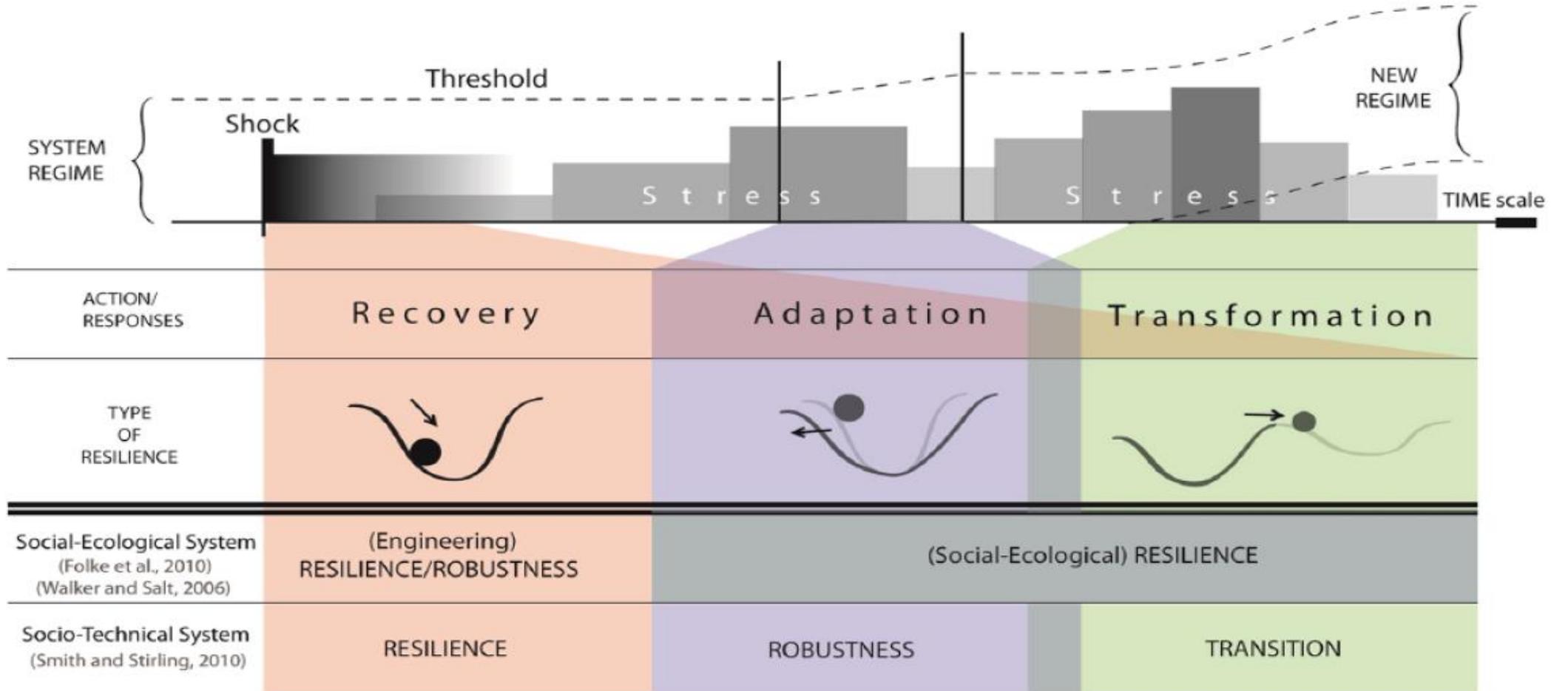


**La complessità è una caratteristica intrinseca dei sistemi territoriali.**

L'ambiente costruito rappresenta non solo il risultato tangibile dell'attività umana ma anche un **ecosistema socio-tecnico in continua trasformazione.**



# Resilienza e transizione



Chelleri and Olazabal (2012)



# Differenza

## COMPLICATO

Un problema complicato contiene una molteplicità di elementi interrelati e le **connessioni fra gli elementi sono fisse**. Sono sistemi in cui il tutto è **uguale alla somma delle parti** e non vi sono dunque proprietà emergenti.

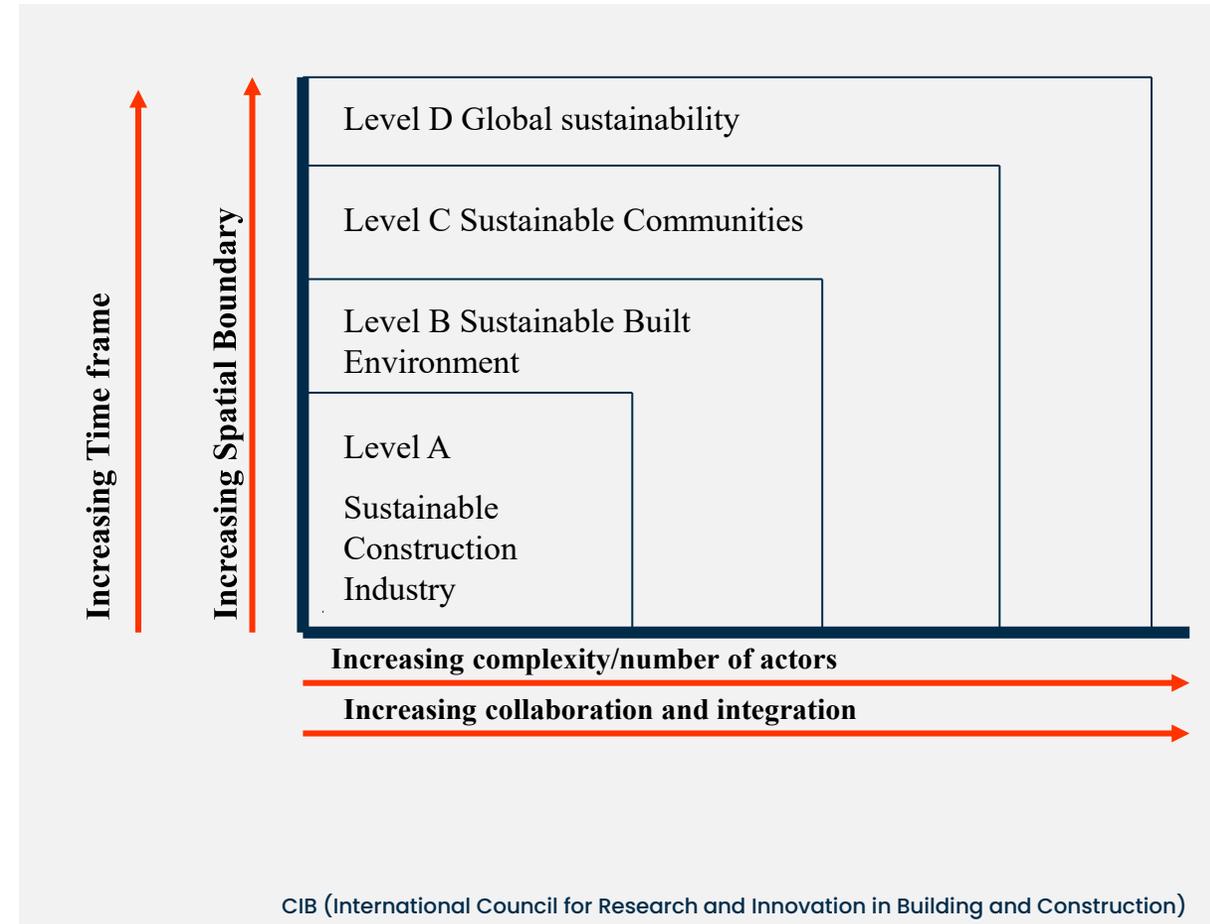
## COMPLESSO

Un problema complesso è **difficile da definire**, non presenta una singola **soluzione** giusta, è caratterizzato **da componenti interrelate**, non ha (o ha pochi) precedenti, **coinvolge diversi stakeholders**, ed è spesso soggetto a sorprese.

Bennett e Bennett, 2008

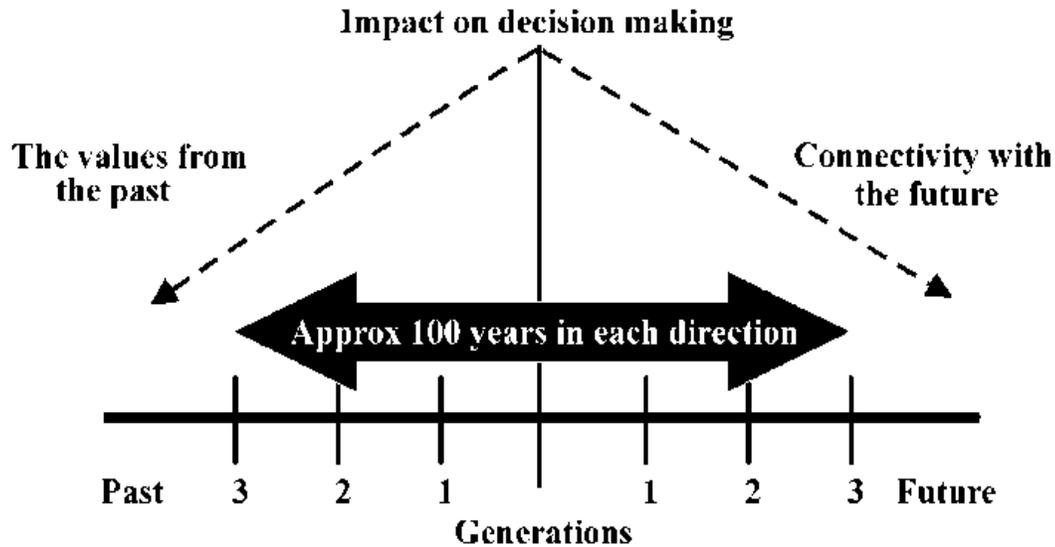
# Complessità del processo decisionale

- La complessità dell'ambiente costruito deriva dalla **molteplicità di fattori e attori coinvolti**. A questi si sommano elementi fisici, ambientali, tecnologici, economici e sociali che interagiscono tra loro in modo **non lineare**.
- Un cambiamento in una componente può avere ripercussioni su **scala ampia** e su lunghi archi temporali, generando effetti difficili da prevedere.
- Le città e i territori non sono sistemi chiusi ma rispondono a **dinamiche globali** (cambiamenti climatici, migrazioni, crisi energetiche, evoluzioni demografiche)

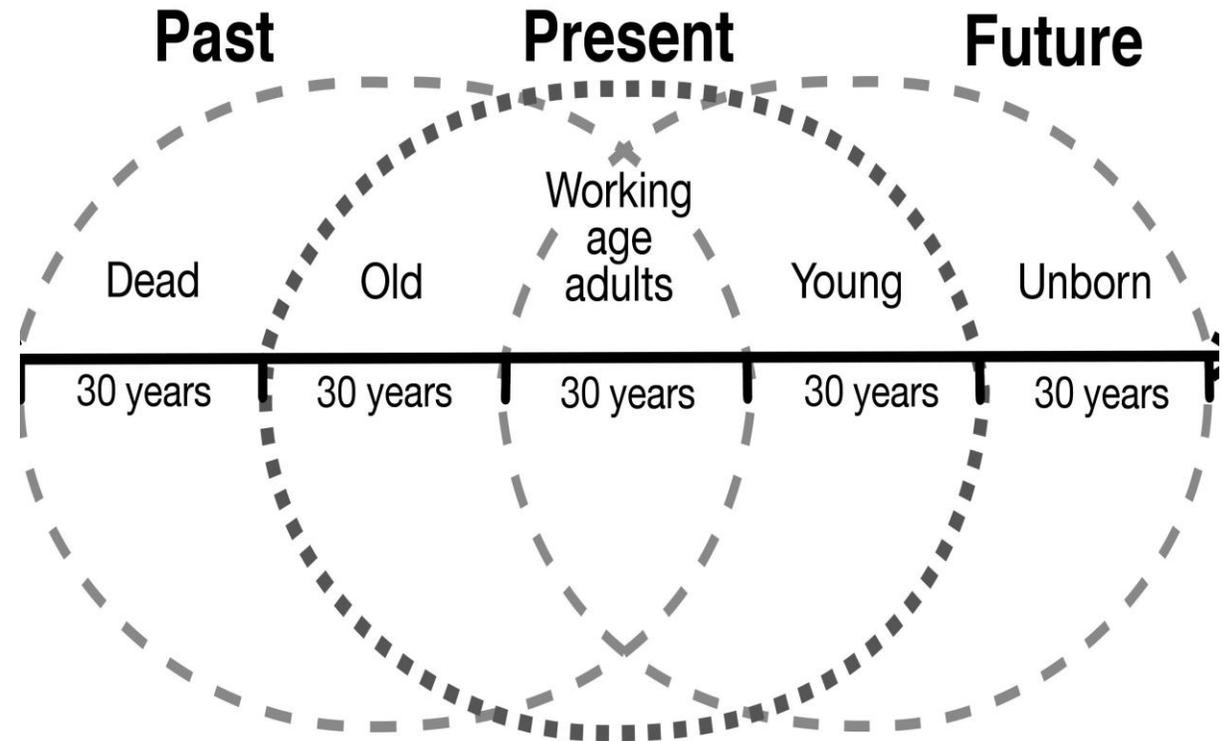


# L'impatto delle decisioni

L'art.4 DdL 1192 (maggio 2025) introduce l'**impatto generazionale** per la verifica dell'equità intergenerazionale (cfr. artt. 9 e 41 della Costituzione)

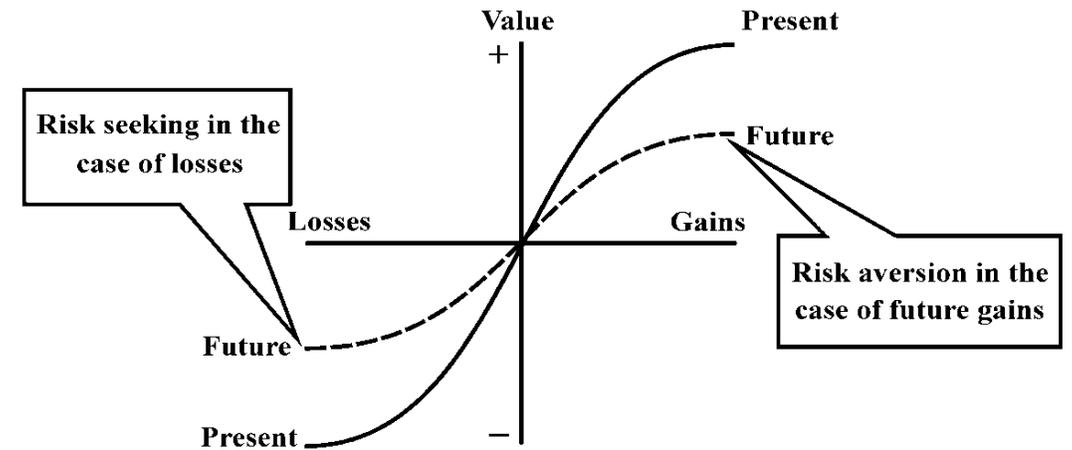
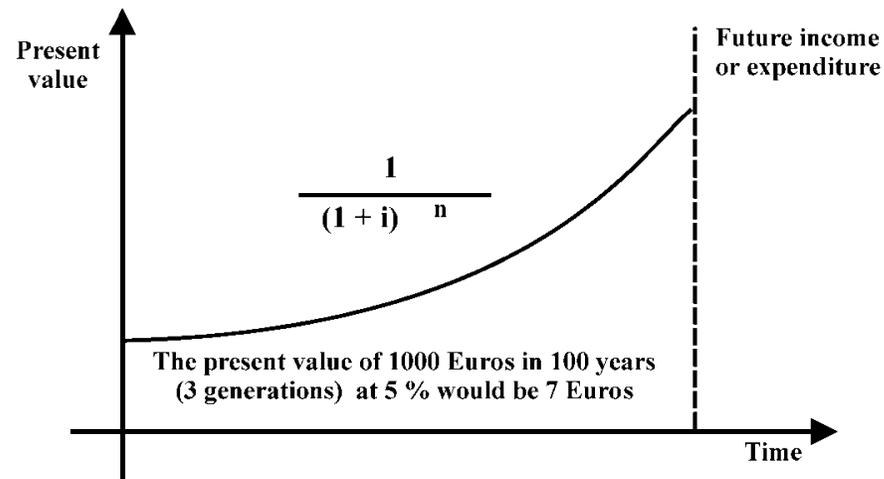


(Brandon and Lombardi, 2005; II ed. 2011)



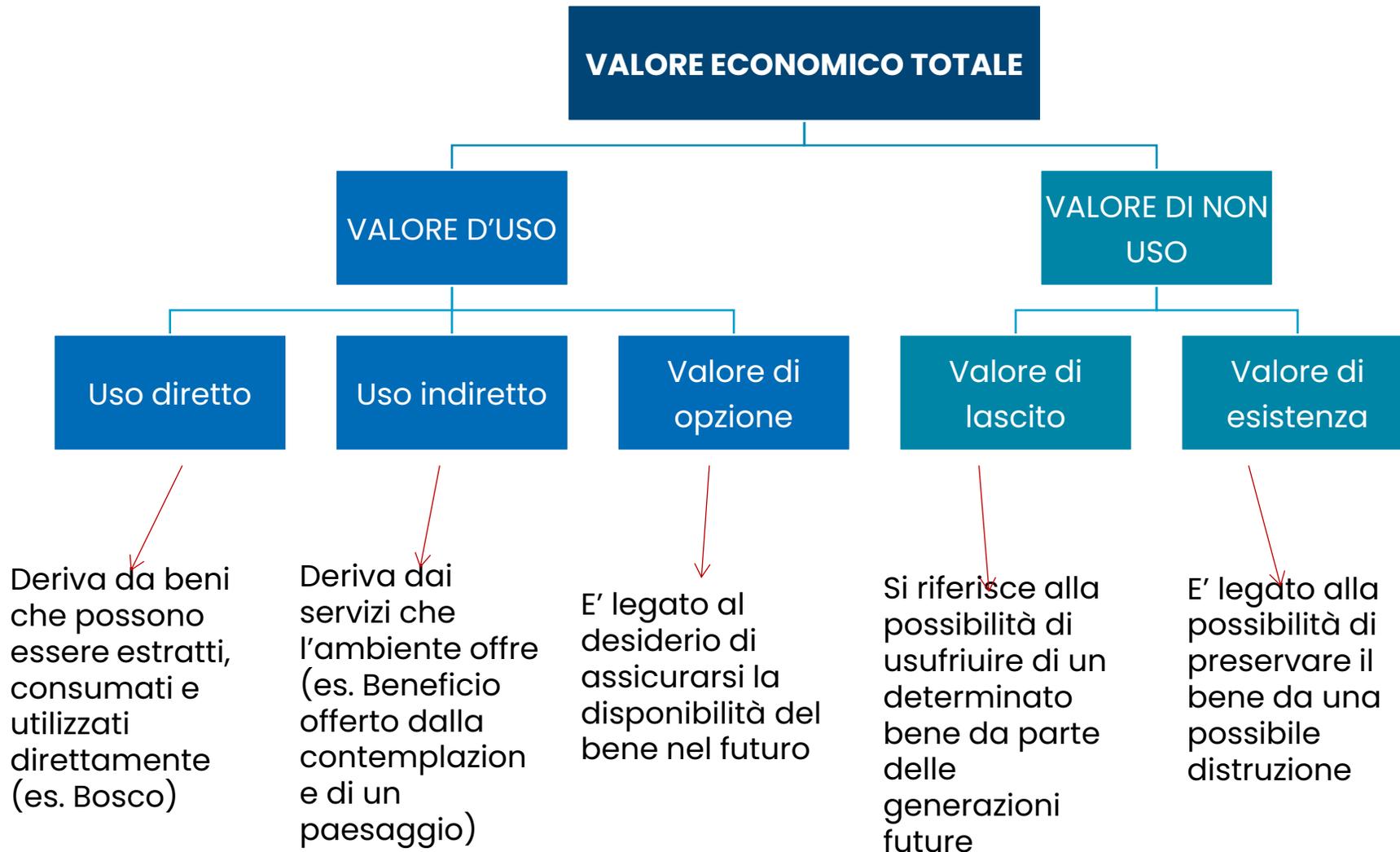
Ian Cooper & Patrizia Lombardi, 2016

# Limiti di un approccio economico «tradizionale»

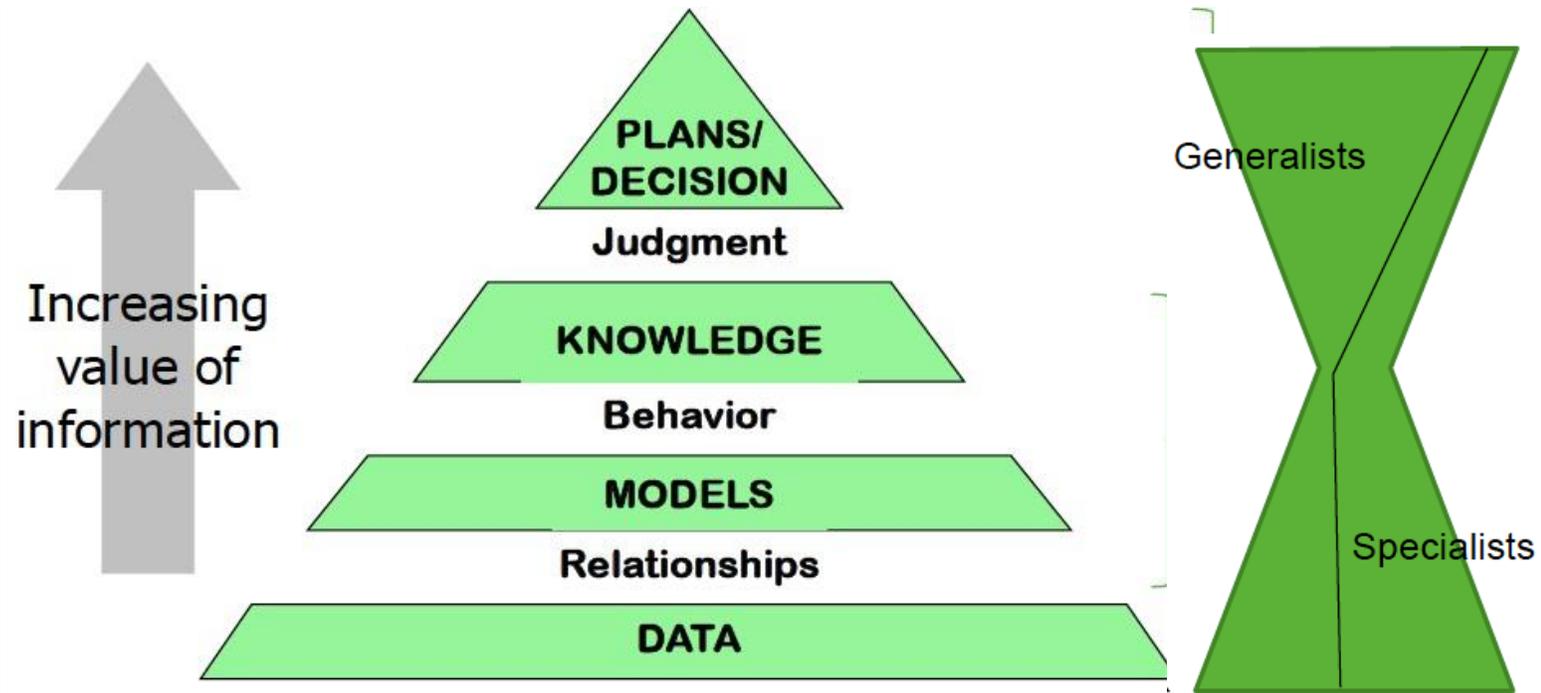


(Brandon and Lombardi, 2005; II ed. 2011)

# Riconoscere il valore ecosistemico delle risorse



# Aumentare il valore delle informazioni



Adapted from Ullman 2010



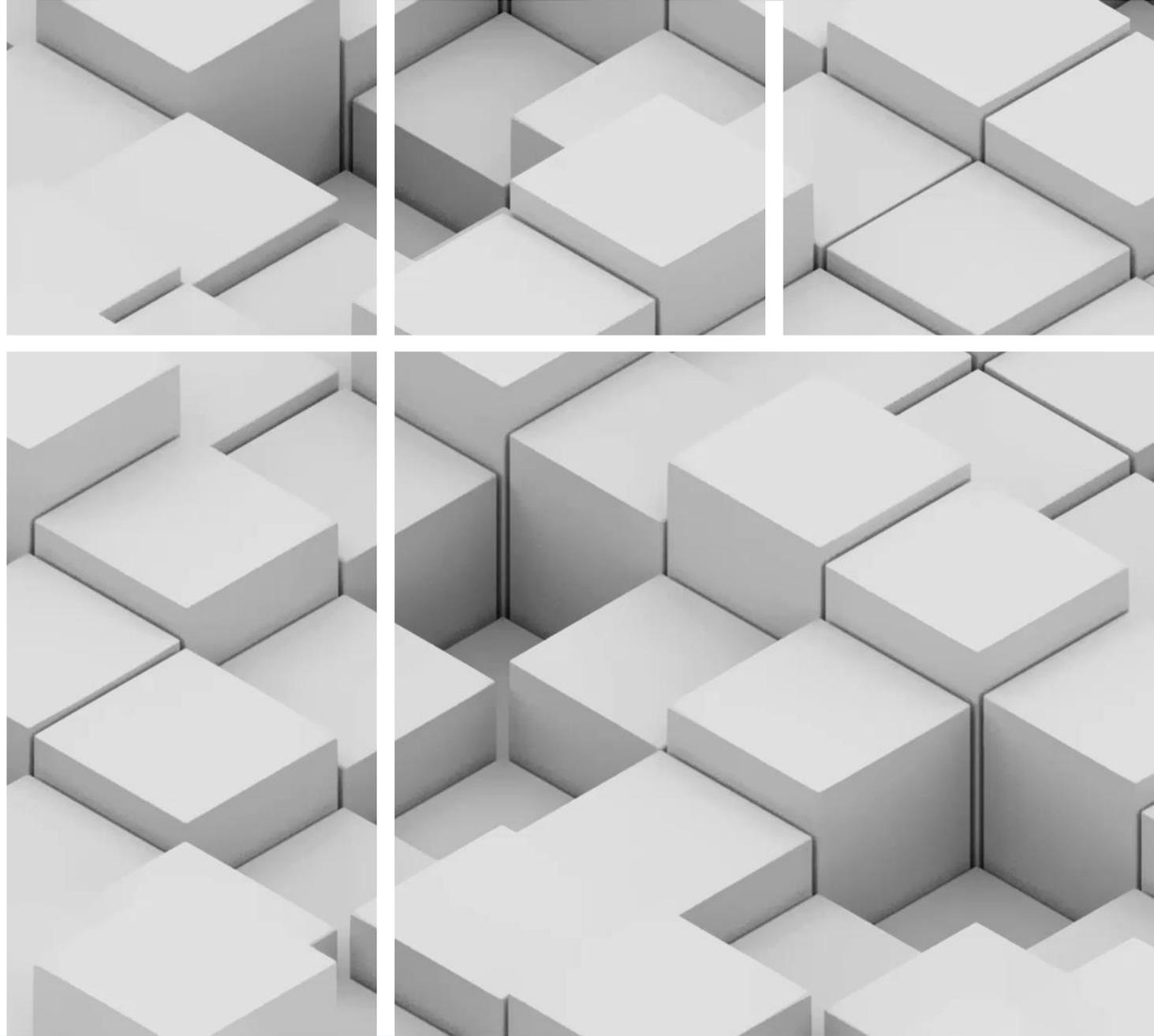
02

# GESTIONE DEL PROCESSO

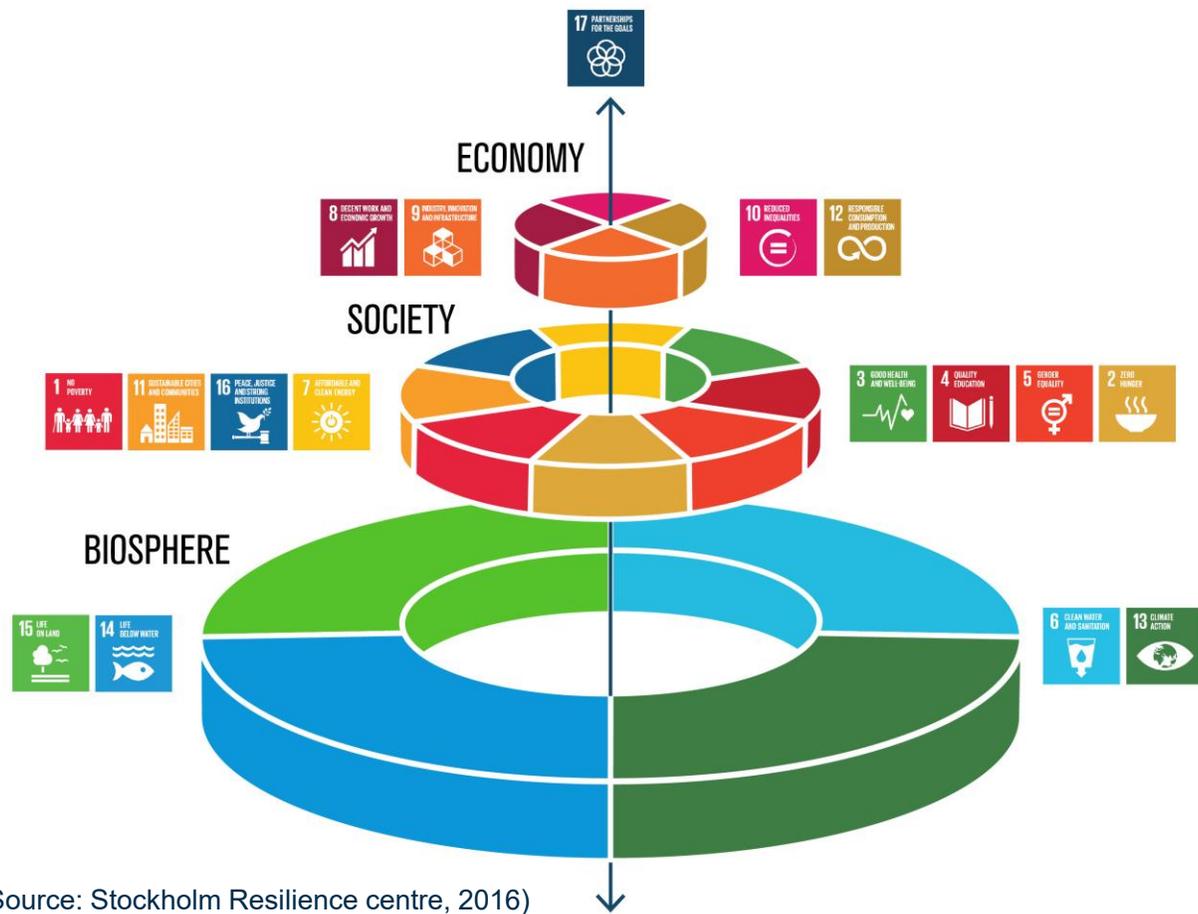


# La gestione della complessità

La progettazione, la realizzazione e la gestione degli ambienti di vita non possono più essere considerate attività lineari o settoriali: esse si svolgono all'interno di **sistemi complessi, interconnessi e spesso imprevedibili**

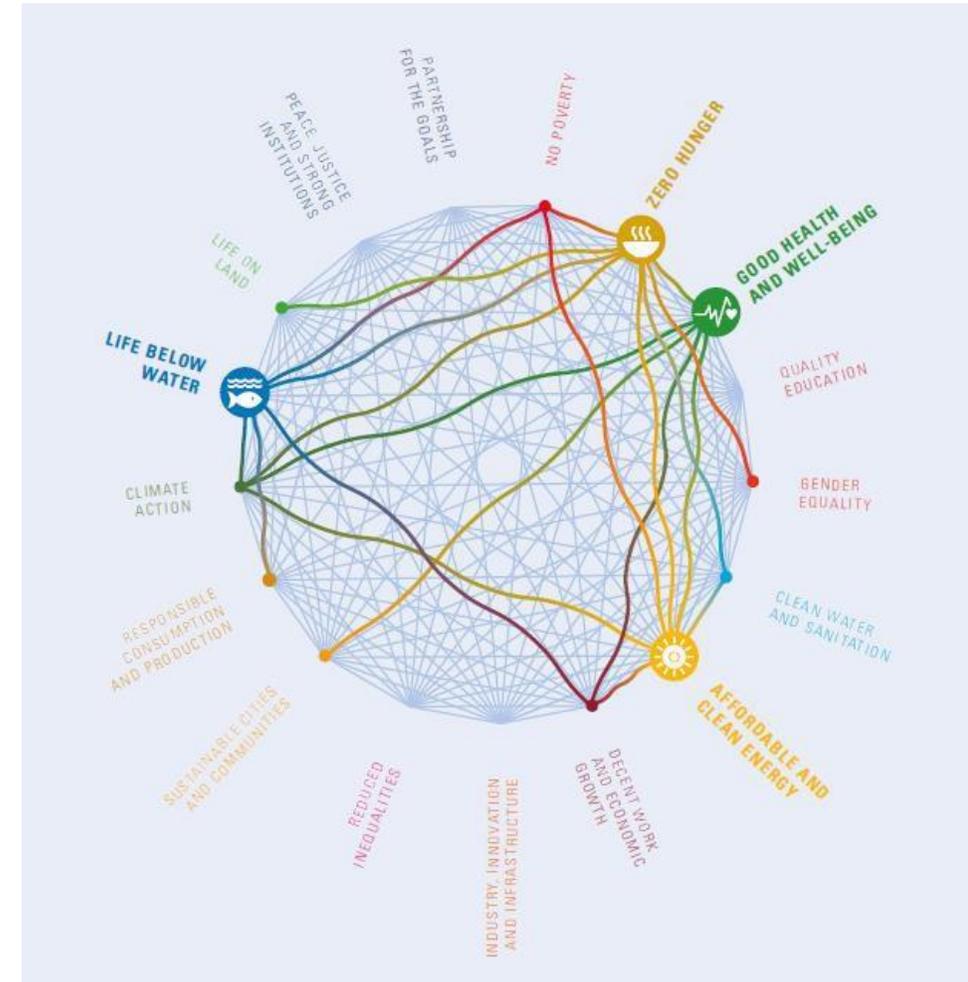


# Interconnessioni, dipendenze e trade-offs

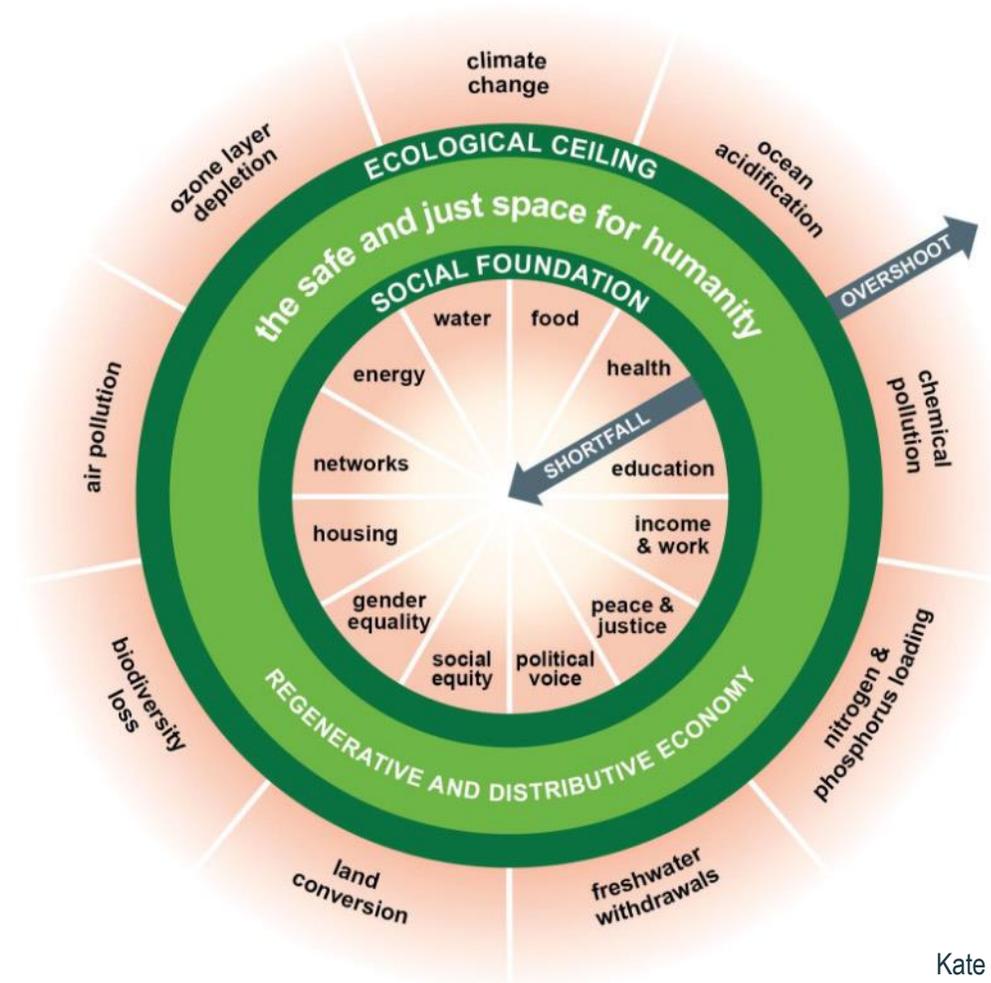


(Source: Stockholm Resilience centre, 2016)

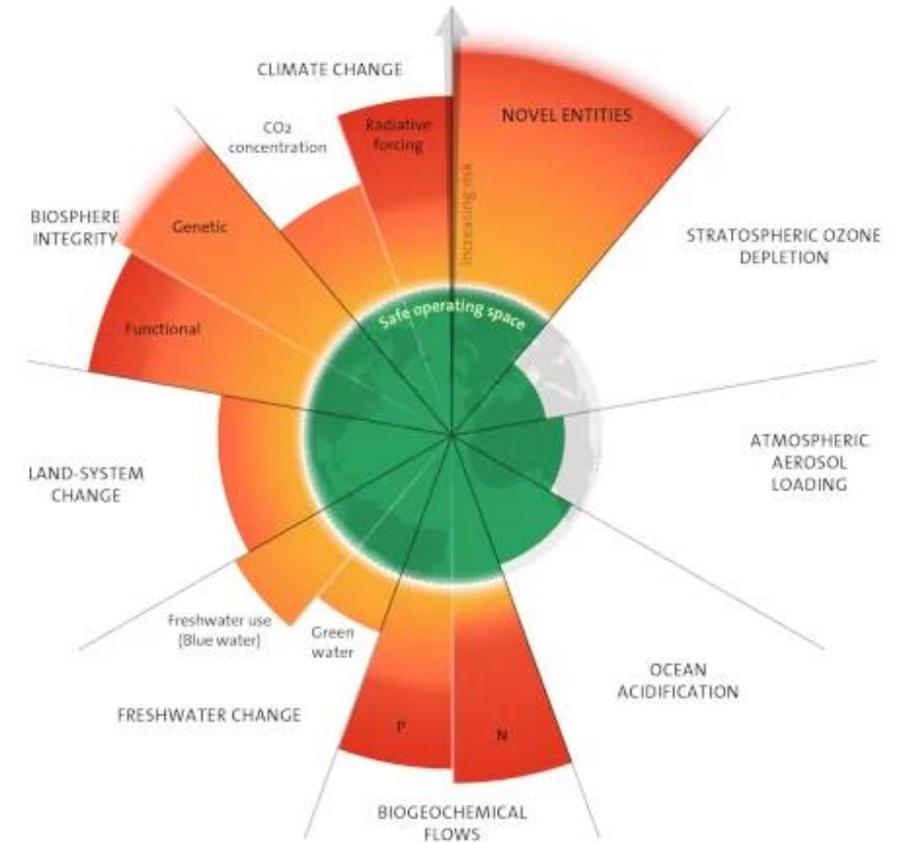
Graphics by Jerker Lokrantz/Azote



# Economia rigenerativa



Kate Raworth

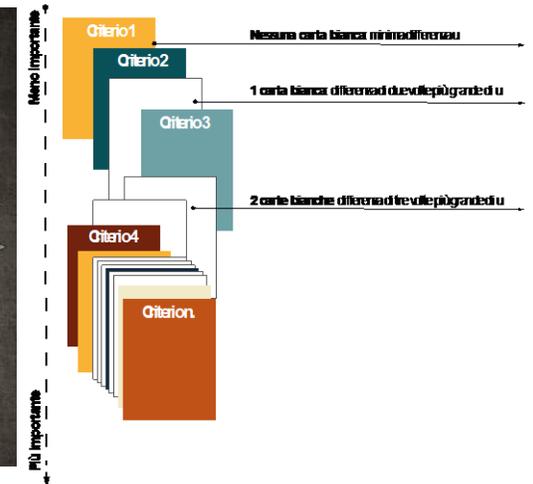


Johan Rockström dello Stockholm Resilience Centre e Will Steffen dell'Australian National University

# Governance collaborativa

Gestire la complessità non significa semplificare la realtà, ma **costruire capacità di comprensione, coordinamento e adattamento.**

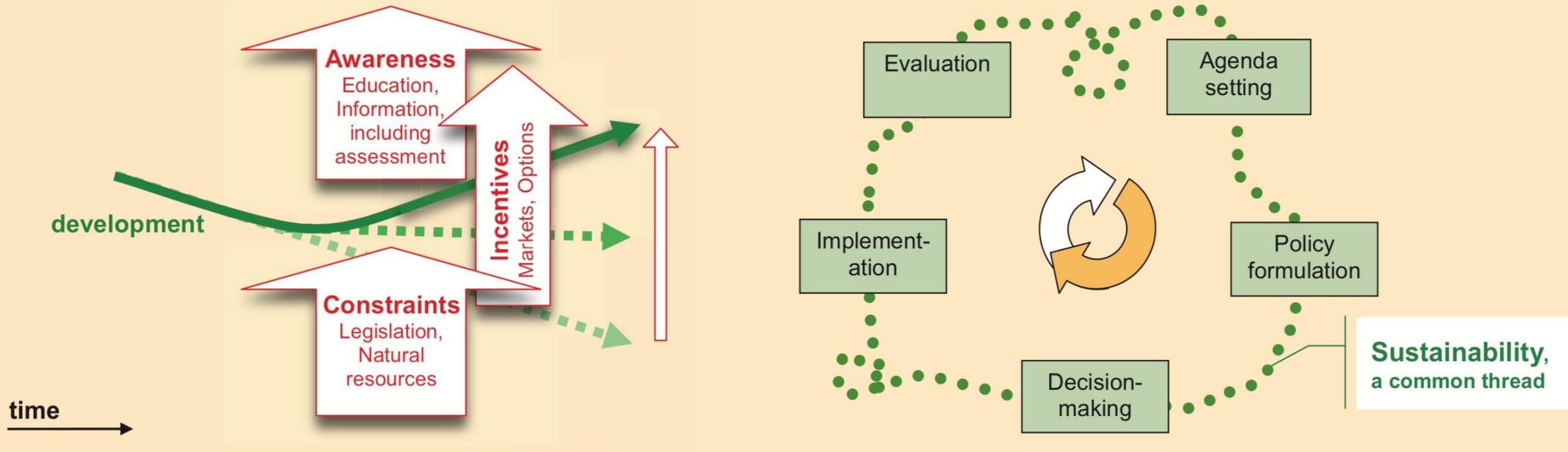
Occorre adottare **modelli di governance collaborativa**, capaci di integrare competenze diverse, promuovere l'apprendimento continuo e facilitare l'innovazione.





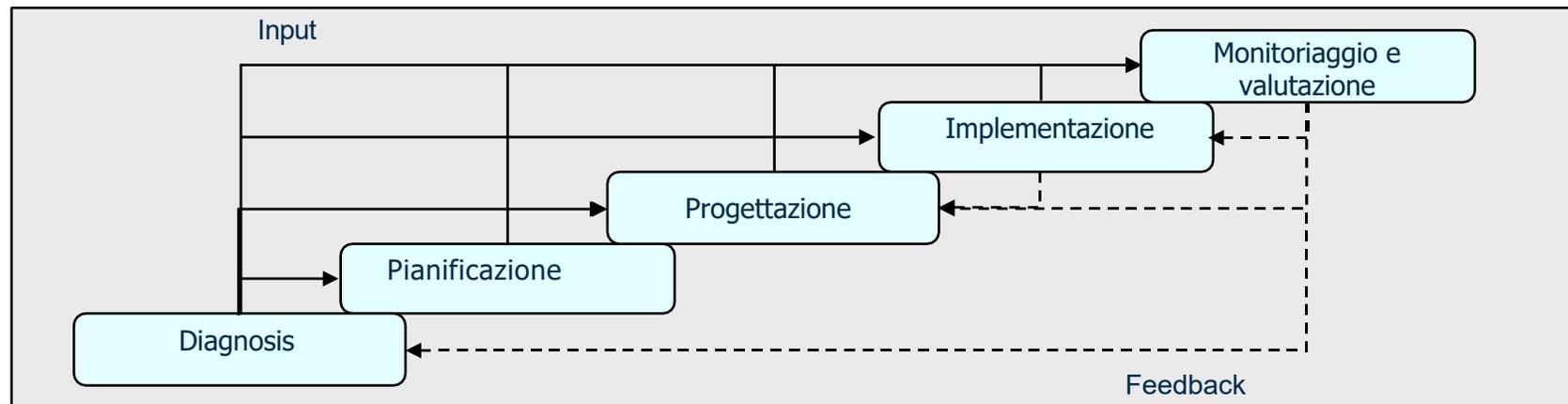
COME ?

# Come cambiare il processo decisionale a favore della sostenibilità di lungo periodo?



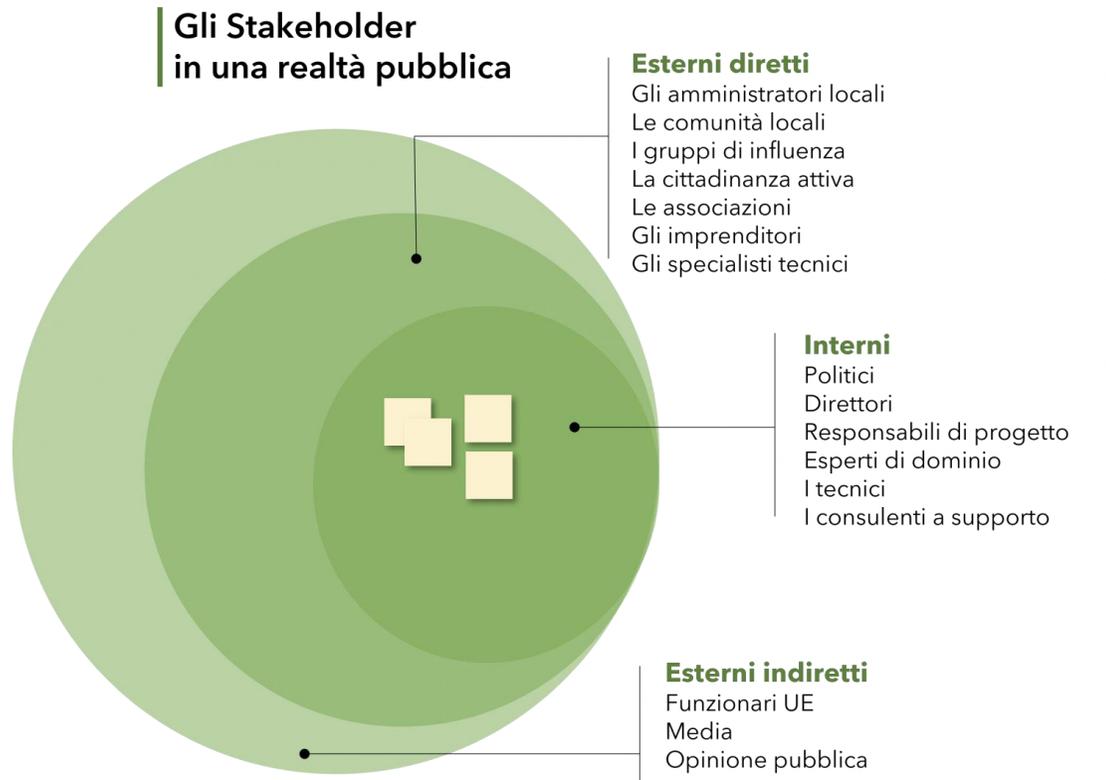
Nick Bonvoisin

# Fasi del processo decisionale



# Mappa degli stakeholders

Attraverso la mappa degli stakeholder è possibile conoscere meglio i differenti attori, il potere e gli interessi di cui sono portatori, consentendoci di coinvolgere e comunicare in modo più efficace.



La mappa degli stakeholder di un progetto della PA attraverso il diagramma di Venn (UX University)

Influence that the project has on stakeholders in terms of objectives, activities, results

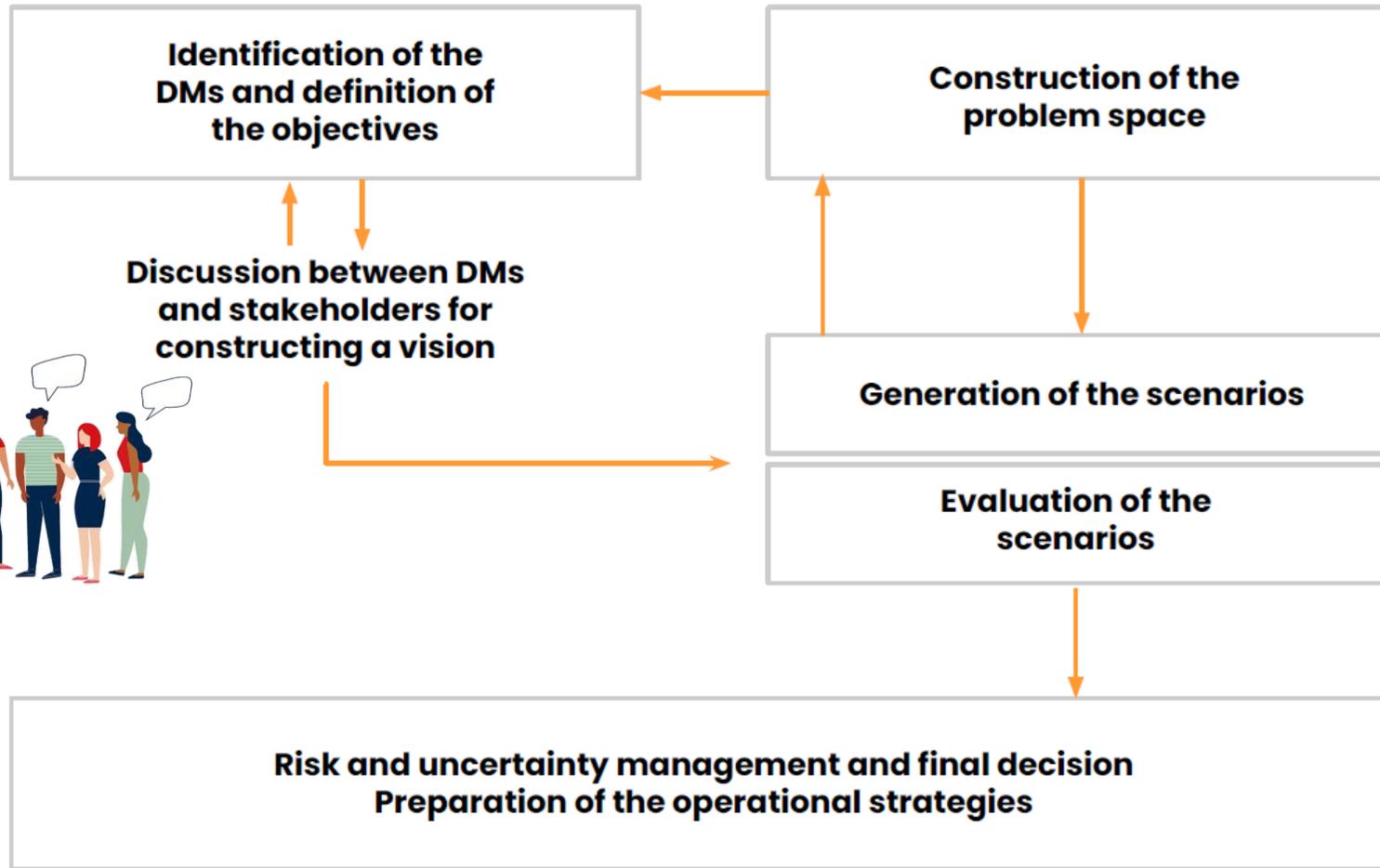
INTEREST

SUBJECTS	PLAYERS
Small power, high interest Strategy: to make them become players or neutralize them.	High power, high interest Strategy: To give them the maximum attention
CROWD	CONTEXT SETTERS
Small power, small interests Strategy: potential stakeholders. To avoid that they acquire interest and power.	High power, low interest Strategy: to make them players or neutralize them.

POWER

Level of stakeholder influence on project realization

# Schema di processo decisionale (DM)



*Problem Framing*



**Discussion between DMs and stakeholders for constructing a vision**

*Scenario Building*



**Evaluation of the scenarios**

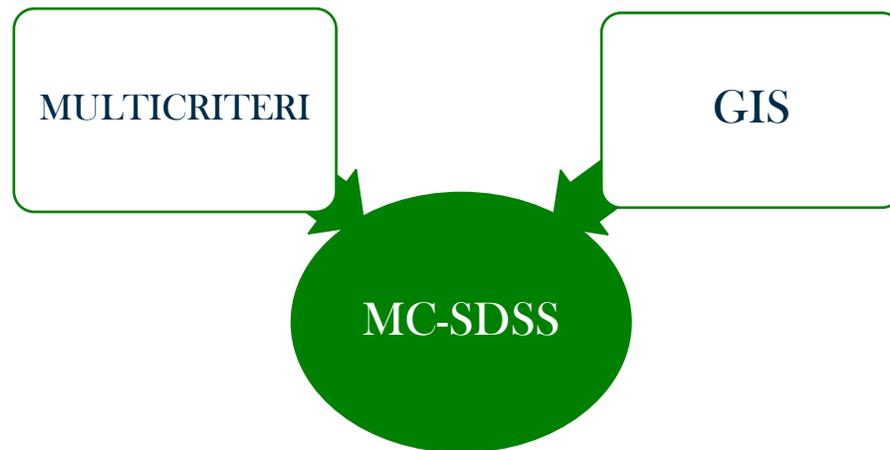
*Problem Solving*

**Risk and uncertainty management and final decision  
Preparation of the operational strategies**

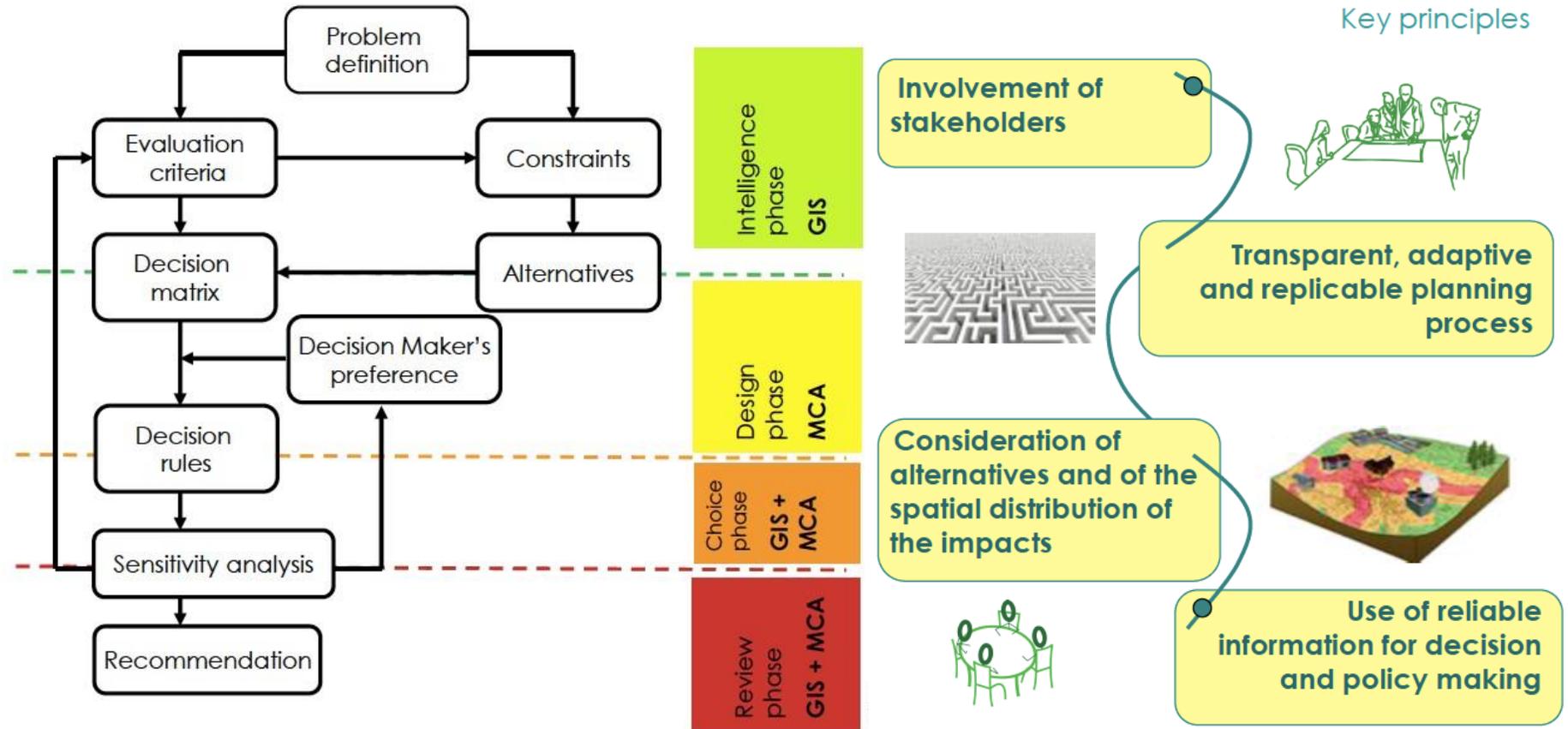


# Spatial Decision Support Systems

Due to the complexity of decision-making problems, appropriate **spatial visualisation approaches** based on new information and **artificial intelligence technologies** are needed to support decision-making and **empower stakeholders**.



# Fasi di sviluppo di uno SDSS



# SDSS per progetti di smart city real estate



**INTERACTIVE IMPACT ASSESSMENT TOOL (IAT)**

**Indicators**  
(based on users' requirements)

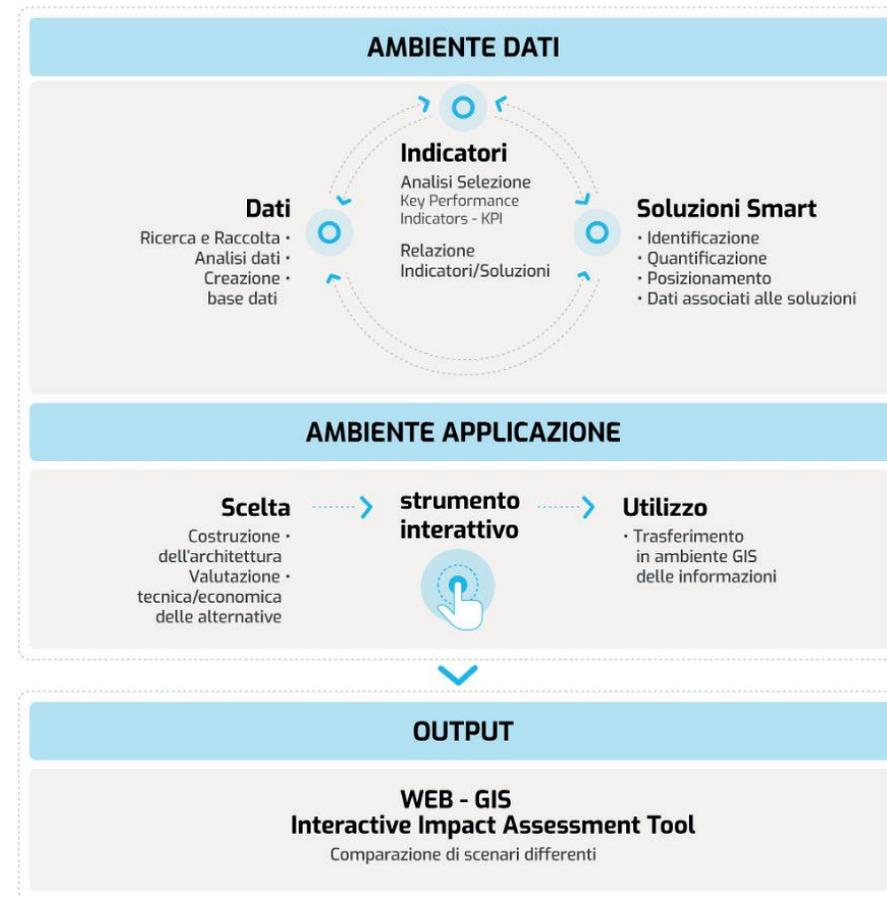
- Energy Usage
- Public and Green Spaces
- Access to Key Services
- Accessibility (mobility)
- Economic Savings
- Beneficiaries

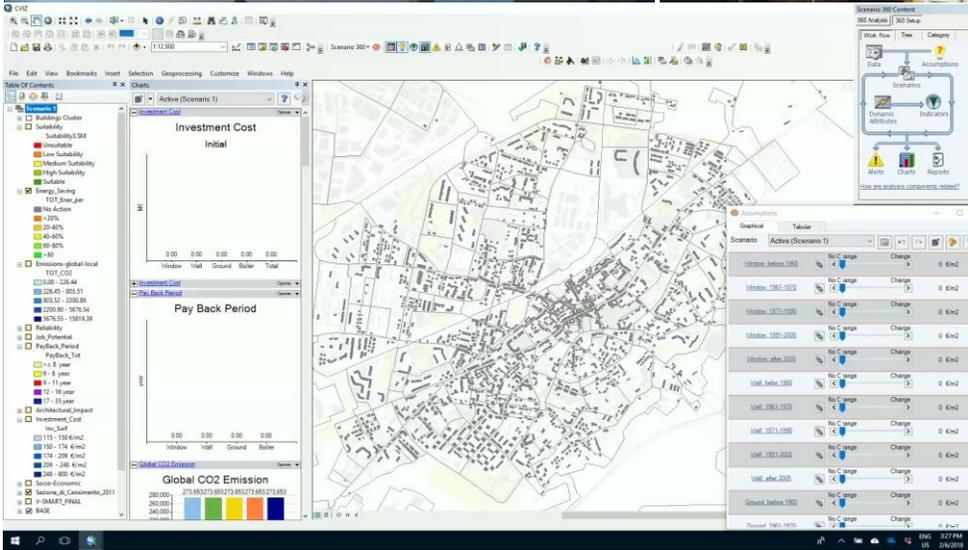
**Introduction**  
The tool aims to determine quantitatively the impact that the solutions proposed by Planet for Smart City's operators have on the residents living there. For example, does the smart product use CO2 emissions? Is energy and water resources used more efficiently? Do residents have access to essential services? Knowing these quantities provides critical information to all stakeholders involved from the administrator to the residents.

**How was the tool built?**  
Assessment Methods, such as ISO14040(1), use indicators to quantitatively measure the real situation of the smart city. For the IAT, the tool was chosen to be indicators which are fast and easy to interpret by both the staff and the residents. They are as follows:

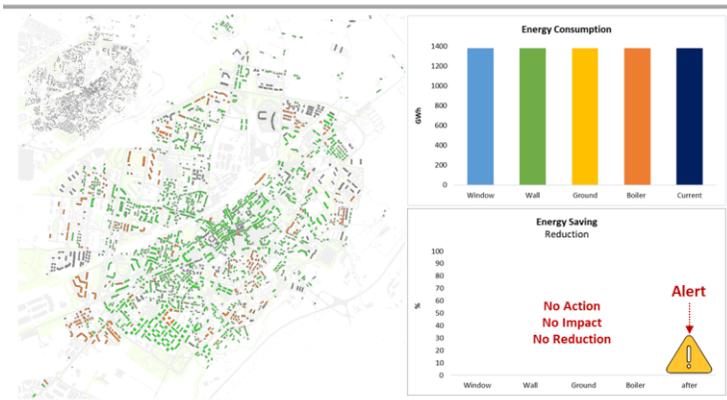
- 1) Energy Usage - How much energy will be used by the system?
- 2) Public and Green Spaces - Quantity of public outdoor spaces for residents?
- 3) Access to Key public services - How many services are accessible?
- 4) Economic Savings - How much money will residents save?
- 5) Beneficiaries - How many residents are benefiting with the solution proposed?

**Tool Components**  
IAT - Users enter the solutions and related indicators.  
IAT - Users determine the quality of solutions used in IAT.  
IAT - Users determine the effectiveness of the solution in the real world.  
IAT - Users determine the impact of the solution on the residents.



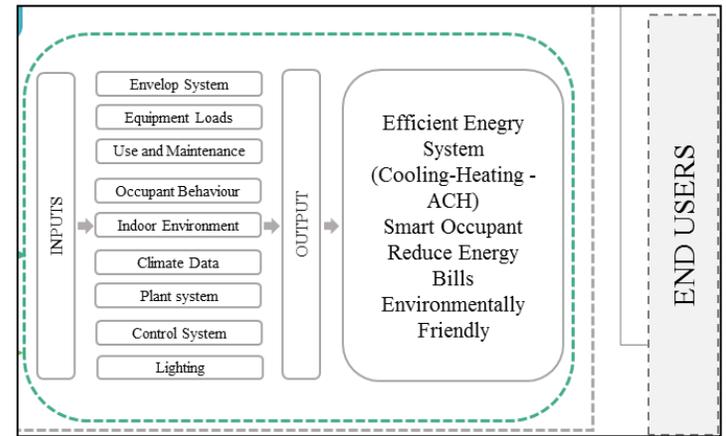
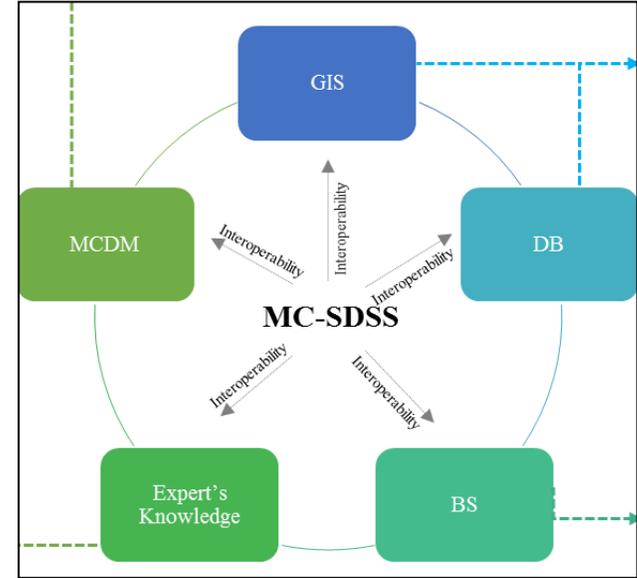
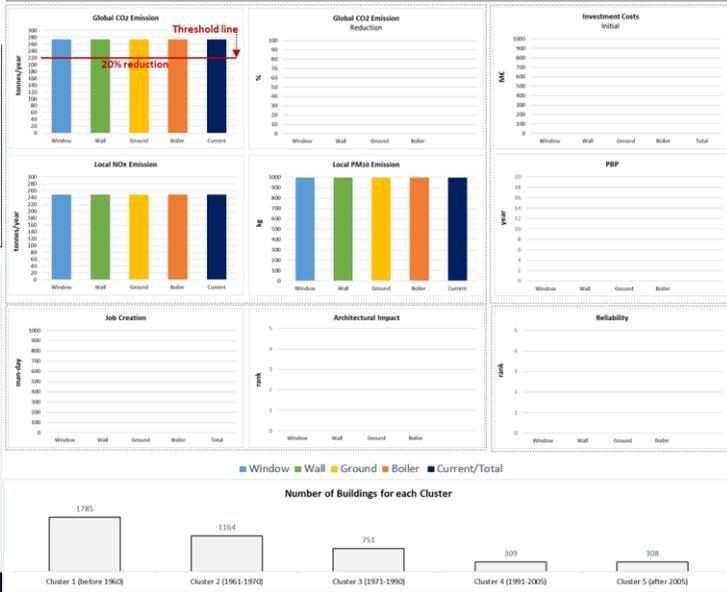


Dynamic Map: Scenario 0 "Baseline"



Dynamic Target: Energy Saving

Dynamic Dashboard Charts



# EEB Cluster - Zero Energy Buildings in Smart Urban Districts



# Esempio di cruscotto

PILOTS LIST | DIST public admin

DASHBOARD TURIN

DIMMER

MAP 3D | MAP | TABLE

Layers

- Census Areas
- Roofs
- Case Buildings
- District Buildings
- Cost Analysis Selection

Indicators

Tools

Activate

Map labels: Corso Luigi Einaudi, Corso Giuseppe Einaudi, Via Corrado...

Map footer: CESIUM | bing | © 2018 Microsoft Corporation | © 2018 HERE | © 2018 GeoEye | © 2018 IGN | © 2018 IGA | Earthstar Geographics, LLC | Leaflet | Mapdata © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA, Imagery © CloudMade

# Digitale e I.A, possono aiutare?

## Industrial Revolution

01

Mass production; mechanization; steam-powered transportation (trains, ships); urbanization.

1760 - 1900



## Digital Age

03

Smartphones, social media, cloud computing, advanced computing, artificial intelligence (AI), IoT.

2000 - Present



02

## Information Age

1970 - 2000

Personal computers, internet, mobile phones, digital information, early AI development.



04

## AI & Automation Age

2030 - 2050

Widespread AI, robotics, automation in industries, self-driving cars, intelligent systems.

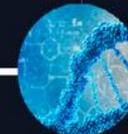


## Biotechnology

05

Usage of Bioengineering techniques to manage waste, water and energy in more sustainable way.

2030 - 2050



# IA e sostenibilità

*Riduzione sprechi, ottimizzazione consumi*



## Consumi energetici

L'IA ottimizza i consumi energetici gestendo riscaldamento, raffreddamento e illuminazione in modo intelligente.



## Ciclo de vita e manutenzione

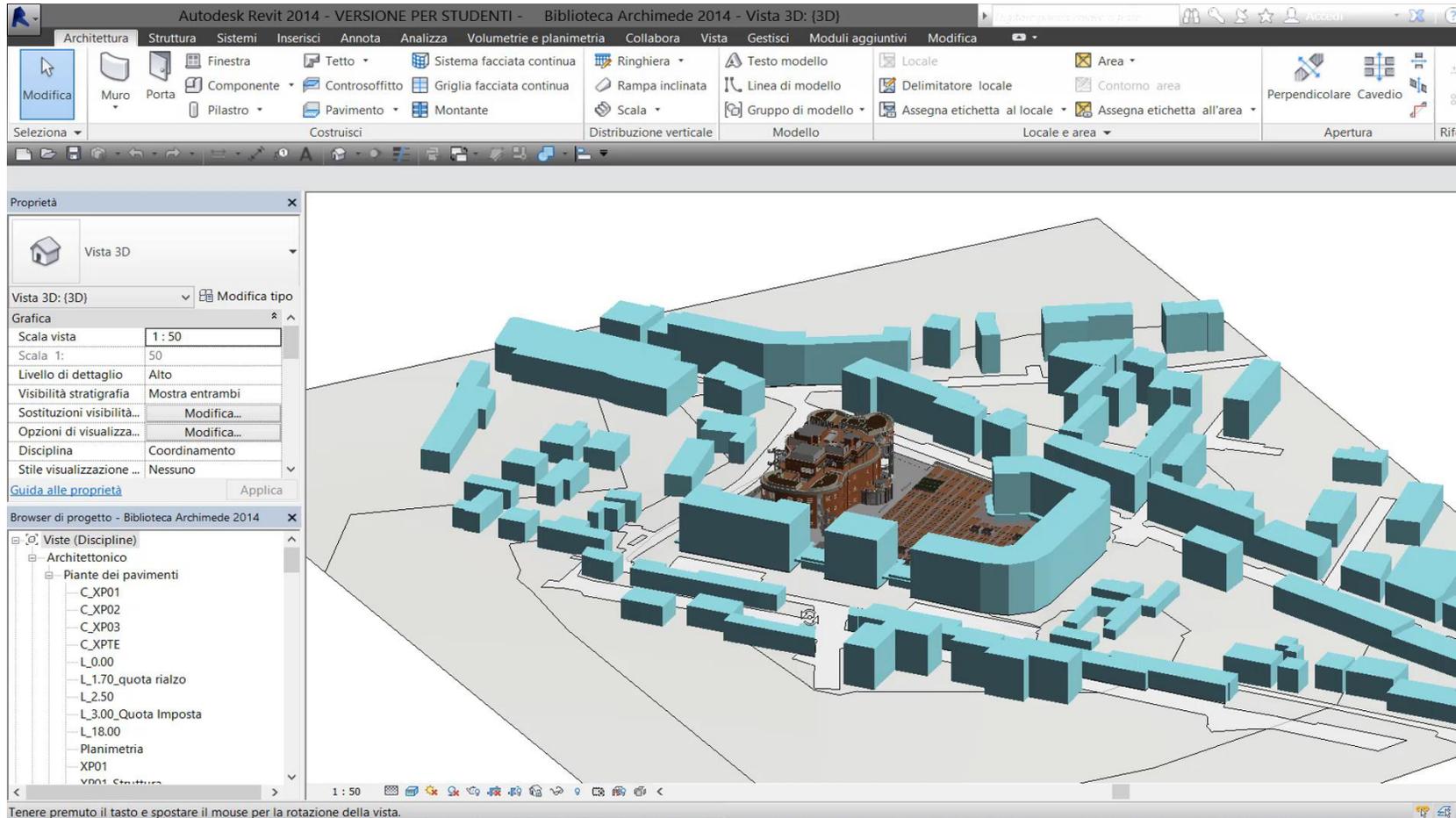
Riduce sprechi durante il ciclo di vita dell'edificio grazie a monitoraggio continuo e manutenzione predittiva.



## Progettazione green

Supporta scelte progettuali efficienti suggerendo materiali e soluzioni a basso impatto ambientale.

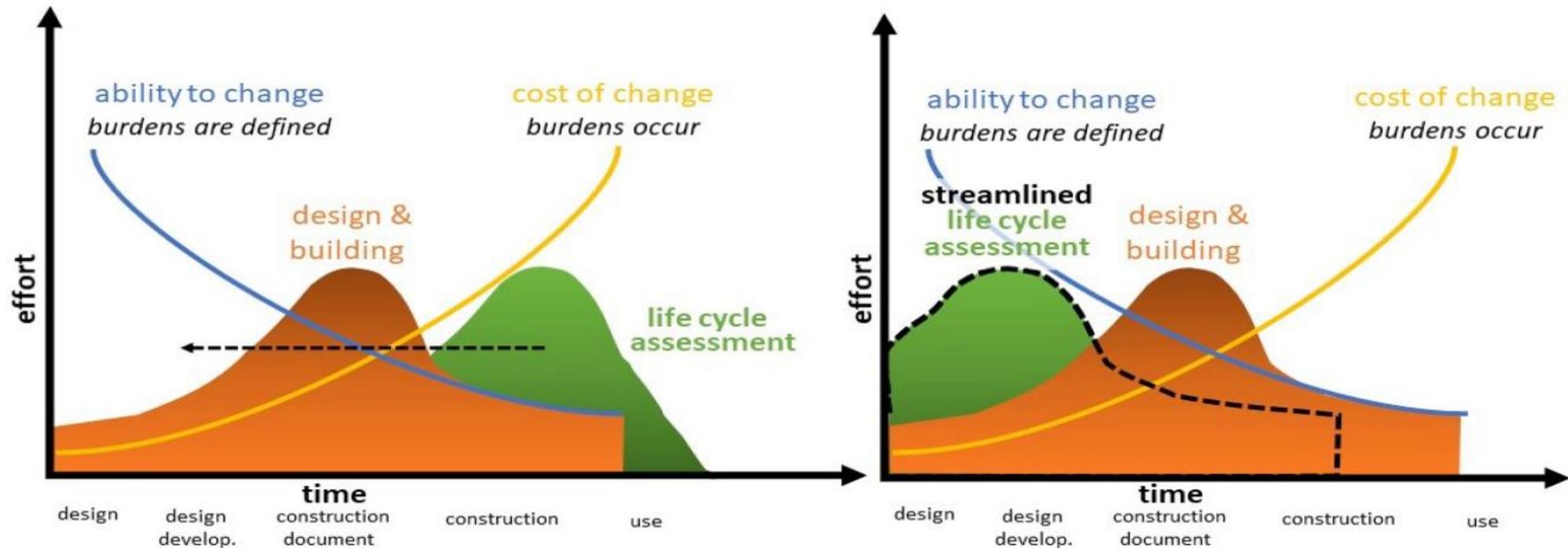




Grazie all'IA e al BIM è possibile:

- **Predictive analysis:** simulare scenari (comportamento strutturale, energetico, acustico ecc.) prima della costruzione.
- **Ottimizzazione dei materiali e dei processi:** suggerire scelte più efficienti e sostenibili in fase progettuale.
- **Previsione dei costi e tempi reali:** di costruzione, manutenzione e ciclo di vita.
- **Rilevamento automatico di conflitti progettuali:** (clash detection) e correzione degli errori.

Attraverso BIM e A.I. è possibile ridurre l'impatto ambientale degli edifici in quanto la fase iniziale, della progettazione, offre il massimo potenziale per influenzare costi e capacità funzionali, mantenendo il costo delle modifiche relativamente basso o nullo.



(Tavares, 2022 based on MacLeamy curve)

# Manutenzione predittiva

*Costi ridotti, rischi evitati*

Grazie ai sensori IoT e all'analisi predittiva basata su IA, è possibile intervenire prima che un guasto si verifichi. Questo significa: risparmio economico, maggiore sicurezza, continuità operativa.



Con l'integrazione di **sensori IoT** e algoritmi di **machine learning**, oggi possiamo adottare un approccio predittivo: i dati raccolti dai sistemi di climatizzazione, ascensori, impianti elettrici o strutture vengono continuamente analizzati per **individuare anomalie, usura o segnali precoci di malfunzionamento**. Questo consente di programmare interventi mirati prima che il guasto si manifesti, con un duplice vantaggio: da un lato si ottimizzano i costi evitando interruzioni impreviste, dall'altro si **aumenta la sicurezza** per gli utenti.

# Smart buildings

*Comfort, efficienza, gestione automatizzata*

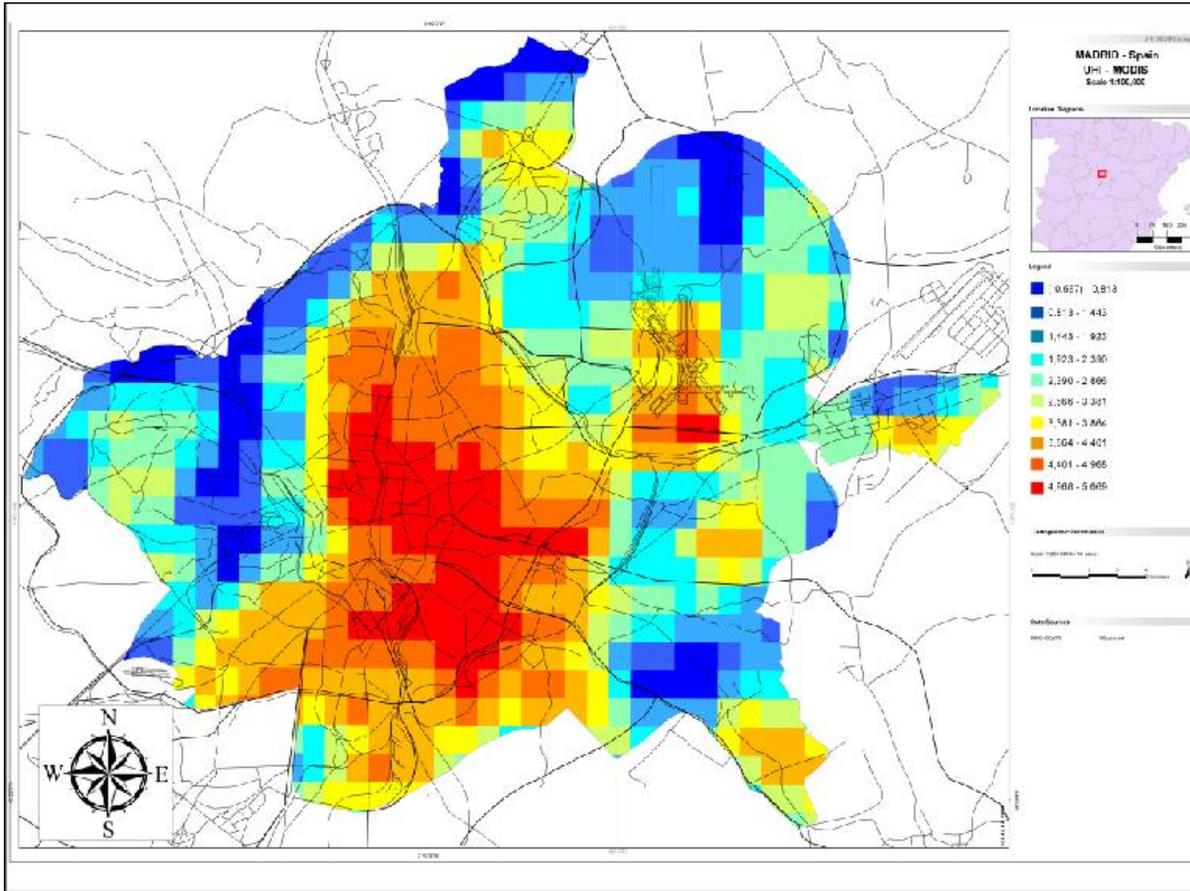


Gli smart buildings rappresentano l'evoluzione tecnologica degli edifici tradizionali. Grazie a sensori distribuiti in tutto l'edificio, è possibile monitorare in tempo reale parametri ambientali come temperatura, luce e qualità dell'aria.

**Smart Readiness Indicator (SRI):** È un indicatore europeo introdotto dalla Direttiva UE sull'efficienza energetica degli edifici (EPBD). Misura la “*smart readiness*” di un edificio, cioè la sua capacità di: adattarsi alle esigenze degli occupanti, interagire con la rete energetica (smart grid), migliorare l'efficienza energetica e il funzionamento. L'SRI rappresenta un importante step verso la digitalizzazione del patrimonio edilizio europeo.

# IA e Real Estate

*Analisi di dati strutturali, economici e ambientali*



L'integrazione di dati permette di costruire modelli predittivi molto più precisi, che non solo stimano il valore attuale, ma sono in grado di anticipare le sue evoluzioni nel tempo. Di conseguenza, chi opera nel Real Estate può prendere decisioni più informate, basate su analisi approfondite e aggiornate, migliorando gli investimenti e le politiche urbane.

**Dati strutturali:** caratteristiche fisiche dell'immobile (dimensioni, materiali, stato manutentivo). **Dati storici:** valori di compravendita passati, trend di mercato. **Dati infrastrutturali:** vicinanza a servizi, trasporti, infrastrutture pubbliche. **Dati ambientali:** qualità dell'aria, rumore, rischio idrogeologico. **Dati sociali:** caratteristiche demografiche, sicurezza, indice di vivibilità del quartiere.

# IA nella pianificazione urbana

- L'IA analizza traffico, flussi energetici, gestione dei rifiuti, qualità dell'aria e sicurezza. Un **potente alleato** per pianificare meglio, ridurre l'impatto ambientale e rispondere in tempo reale ai bisogni dei cittadini.
- L'IA diventa uno **strumento strategico per la pianificazione urbanistica**: simula scenari futuri, valuta impatti ambientali, individua zone fragili o congestionate. In questo modo, urbanisti, architetti e decisori pubblici possono pianificare città più resilienti, inclusive e sostenibili.
- È il cuore delle cosiddette "**smart cities**", ma con un approccio sempre più **human-centered**.



# Neurourbanism

Neurourbanism is a concept that explores the relationship between urban environments and the human brain, cognition, and mental health. It's an interdisciplinary field that combines principles of neuroscience, psychology, and urban planning to study how cities and urban design impact the well-being and mental health of their inhabitants.

*It explores how factors like noise, crowding, green spaces, and urban design impact cognitive processes and emotional well-being.*

Designing cities that support cognitive health, social cohesion, and emotional well-being.

*Adli, M. In The Lancet Psychiatry, 2017 (Neurourbanism: Towards a new discipline)*



# Traditional urban design process vs. Generative urban design process

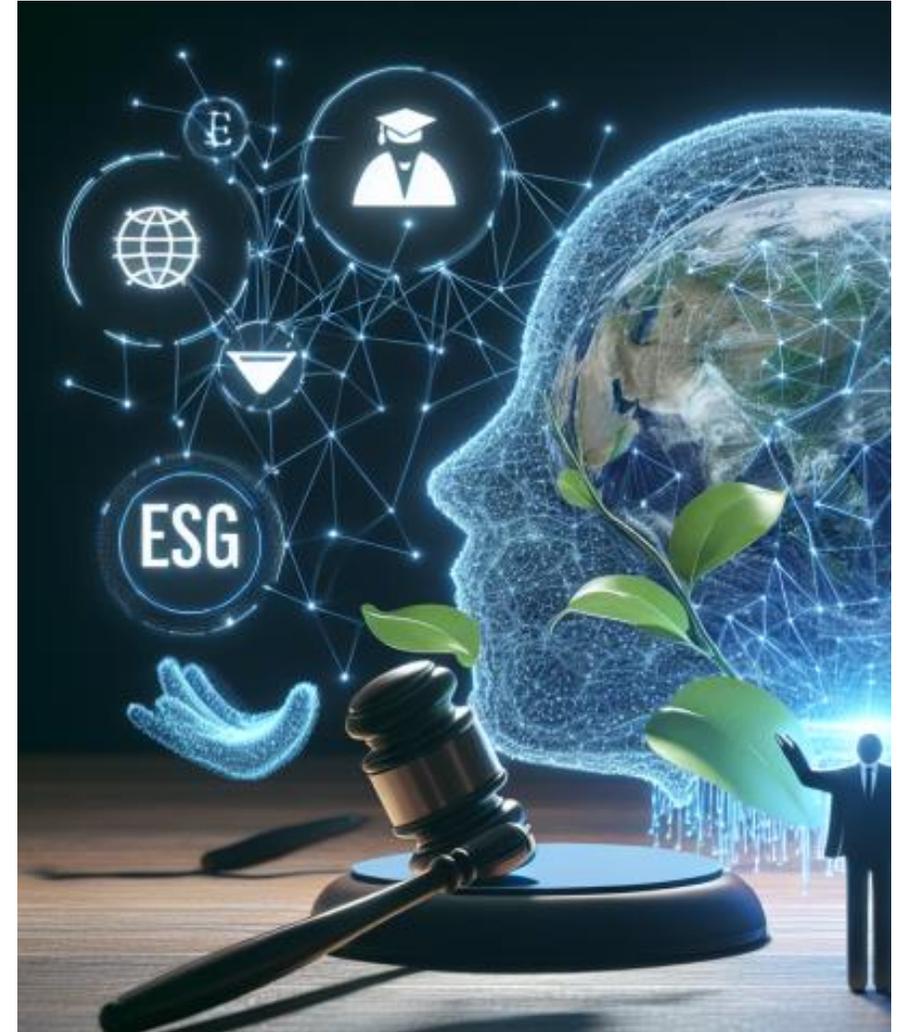
Dimension	Traditional Urban Design Process	AI-Generated Urban Design Process
Design Approach	Manual, experience- and intuition-driven	Data-driven, algorithmic, and generative
Data Use	Limited, often static demographic or zoning data	Big data (e.g., mobility patterns, real-time sensor data, satellite imagery)
Tools	CAD, GIS, physical models, site visits	Machine learning, generative design, simulation tools, neural networks
Time & Iteration	Slow, linear workflow; limited design iterations	Fast, iterative; generates thousands of optimized design options
Urban Complexity Handling	Handled by expert judgment and precedent	Modeled computationally with multi-variable optimization
Human Involvement	Designers make most decisions; community input via consultation	Designers define goals, AI explores solutions; co-creation with stakeholders
Adaptability & Responsiveness	Less adaptive to changing data or needs	Dynamic adaptation to new inputs (e.g., climate change, mobility trends)
Outcome	Often static, visionary masterplans	Responsive, simulation-based urban systems

Fonte: Dana Al Mamlouk (PhD researcher), Development of People-Centered Smart Cities: An AI-based approach, Politecnico di Torino, Maggio 2025

# IA ed ESG

IA aiuta le organizzazioni a ottimizzare i processi, ridurre i costi, gestire le persone e migliorare la governance.

- **E (Environmental):** L'IA supporta l'efficienza energetica, la riduzione delle emissioni e l'ottimizzazione delle risorse nei processi edilizi e nella gestione immobiliare.
- **S (Social):** Analisi predittiva per migliorare la qualità della vita: monitoraggio sicurezza, accessibilità, benessere indoor e gestione proattiva degli spazi pubblici.
- **G (Governance):** Sistemi di IA aiutano nella tracciabilità, nella trasparenza delle operazioni e nel reporting ESG attraverso dati verificabili e in tempo reale.



# I vantaggi per il settore

L'IA **migliora la precisione**: nelle stime di valore, nella previsione dei costi, nelle scelte progettuali. **Porta automazione intelligente**, liberando risorse umane da compiti ripetitivi e permettendo di focalizzarsi su decisioni strategiche.

**Significa anche risparmio**: meno errori, meno sprechi, meno costi imprevisti. Sul piano ambientale, **supporta la sostenibilità** grazie a modelli che ottimizzano energia, materiali, spazi.

E infine, favorisce una **pianificazione più consapevole**, più aderente ai bisogni dei cittadini.

In un mercato sempre più orientato ai criteri ESG, tutto questo rappresenta una leva di **vantaggio reale – non solo tecnologico, ma anche sociale ed economico**.



shutterstock.com - 2533840527

# Le principali sfide nella gestione della complessità

Tra le principali sfide vi sono:

**La frammentazione delle responsabilità** tra enti pubblici, privati e comunità locali;

**L'incertezza normativa e tecnica**, che ostacola l'adozione di pratiche sostenibili;

**La scarsità di dati integrati e aggiornati**, fondamentali per il monitoraggio e la pianificazione strategica;

**La resistenza al cambiamento** da parte di sistemi consolidati e attori abituati a modelli lineari.



# Conclusioni

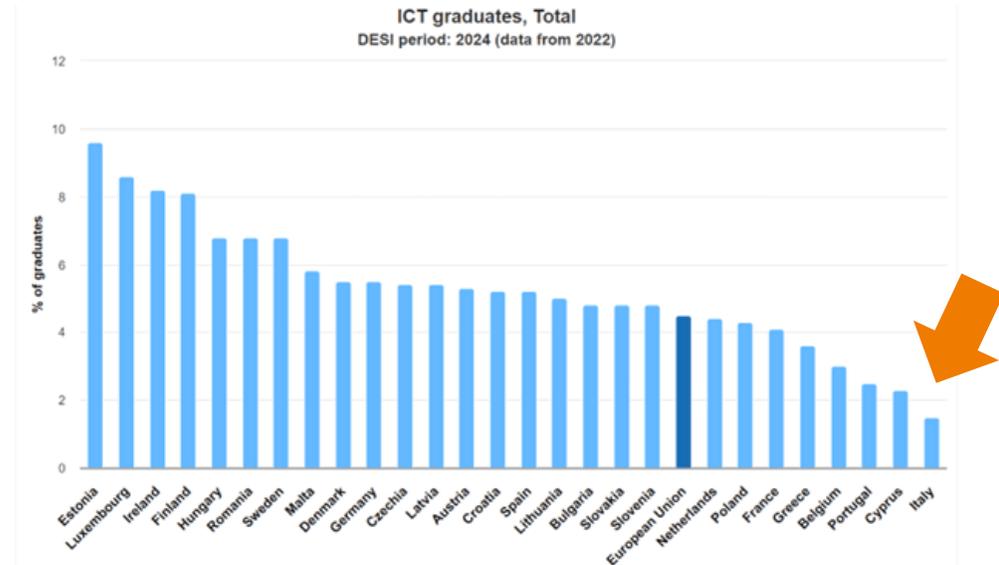
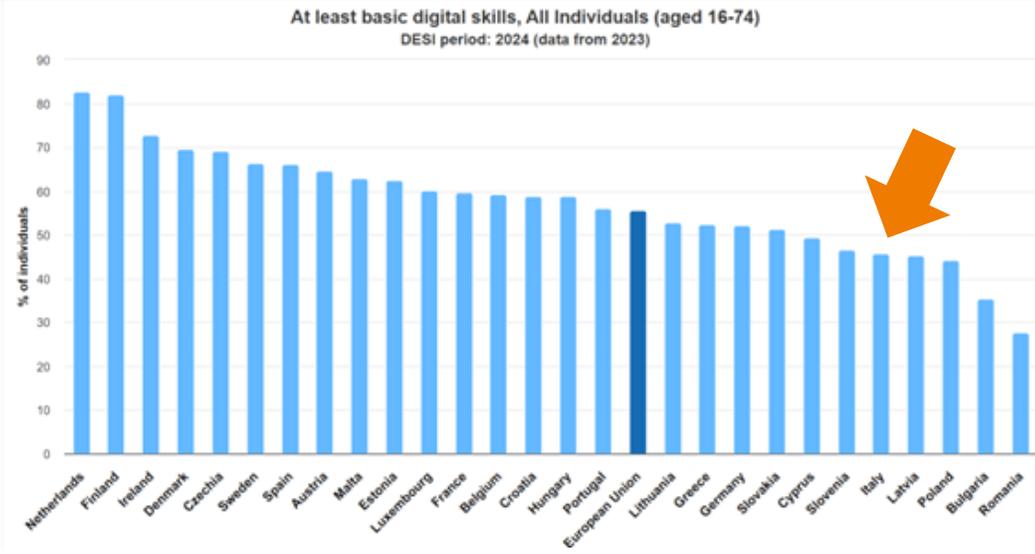
Riconoscere la complessità come condizione intrinseca dell'ambiente costruito impone una **nuova cultura progettuale e gestionale**, capace di coniugare visione e flessibilità, rigore tecnico e sensibilità sociale.

L'obiettivo non è il controllo totale, ma la **capacità di orientare i processi** in modo sostenibile, equo e resiliente.

I professionisti del settore ed i decisori pubblici devono essere formati come **facilitatori di sistemi complessi**, capaci di negoziare, mediare e apprendere, oltre che di progettare e costruire. Solo così sarà possibile affrontare in modo efficace le sfide del cambiamento climatico, della transizione energetica, della giustizia sociale e dell'innovazione tecnologica.

# La sfida delle competenze

## i dati del Report 2024



- solo il 45,8% della popolazione italiana è in possesso di competenze digitali (quintultimo posto in Europa), con uno scarto di circa 10 punti percentuali in negativo rispetto alla media europea.
- solo il “il 59% delle persone di età compresa tra i 16 e i 24 anni e il 54% di quelle di età compresa tra i 25 e i 54 anni possiede almeno le competenze digitali di base.

- L'Italia è fanalino di coda dell'UE
- La media sui laureati ICT in Italia rimane a 1,5 punti percentuali, ben lontani dai 4,5 dell'UE.
- Secondo il Report, ad aggravare la situazione del mercato delle professioni ICT in Italia è anche la scarsa attrattività delle imprese italiane.

# Quale direzione?



**Grazie per l'attenzione**



**Politecnico  
di Torino**