ACCORDO DI COLLABORAZIONE DICEA-FACOLTA' DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE SAPIENZA UNIVERSITA' DI ROMA E FERROVIE DELLO STATO INNOVAZIONE

Allegato 1. Proposta di ricerca

1. PREMESSA

La *New Urban Agenda*, adottata all'unanimità nel corso della conferenza Habitat III di Quito, del 2016, ripropone l'urgenza di raggiungere gli obiettivi di sostenibilità già fissati nell'ambito della Conferenza di Parigi (COP 21) del 2015, di definire indirizzi e soluzioni per contenere gli impatti dei cambiamenti climatici nelle città e sulle popolazioni urbane.

Le città occupano solo il 2% della superficie del pianeta, ma concentrano il 50% di la popolazione mondiale (oltre i due terzi in Europa), consumano il 70% dell'energia mondiale e sono responsabili del 75% di emissioni di CO2. L'obiettivo "zero carbone" fissato per il 2050 impone un ripensamento dei modelli economici e urbani attuali, del ruolo e del valore svolto dall'ambiente e dalle componenti naturali nelle città.

In questo quadro il ripensamento della mobilità, la diffusione della natura, la produzione di energia rinnovabile e la diffusione della cultura della sostenibilità e della partecipazione, come testimoniano i PAESC adottati da numerose capitali europee¹, costituiscono i principali indirizzi per guidare le inversioni di tendenza. I Piani per l'Energia il Clima e la Sostenibilità (PAES), richiesti alle città che intendono far parte del movimento dei sindaci, illustrano un impegno diffuso in tutta Europa, con una presenza importante delle piccole realtà urbane.

Agli Energy Climate Plan si affiancano i Piani "Green" a sostegno della Biodiversità². Come previsto dalle regole del *Covenant of Mayor*, le strategie si completano con l'implementazione di azioni, a scala metropolitana, urbana e locale.

Le emergenze ambientali e le risposte delineate dalle città come Barcellona, Parigi, Berlino, Copenhagen, per citarne solo alcune, configurano un nuovo quadro di riferimento multidisciplinare e multiscalare all'interno del quale si aprono scenari progettuali che dimostrano tutte le potenzialità sottese alle sfide in atto.

¹ www.covenantofmayors.eu

² Come ad esempio: Plan Biodiversité Paris 2016-2020; Barcelona Green Infrastructure and Biodiversity plan 2020; Plan Nature Bruxelles 2016-2020; Groenstruuctureplan Utrecht 2017-2020

Dai PAESC alle *Nature Based Solution* si configurano forme interpretative e progettuali per contrastare i rischi dovuti ai cambiamenti climatici, per accrescere la resilienza urbana, con un'attenzione particolare centrata sul benessere dei cittadini. In questo quadro la diffusione della natura, dalla regione verso la città, costituisce un indirizzo determinante: le infrastrutture verdi e blù, *green infrastructure*³, possono mitigare gli effetti indotti dai cambiamenti climatici e nello stesso tempo costituire l'opportunità per un ripensamento dei rapporti tra spazi aperti e costruito in una logica progettuale e funzionale.

All'interno di questo *framework* si inserisce il ruolo delle Ferrovie dello Stato Italiane, come attore strategico in grado di delineare visioni innovative e di esplorare e realizzare progetti pilota per guidare le città italiane verso la transizione ecologica.

La Sapienza, ovvero la Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, attraverso il Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale intende dare seguito all'Accordo Quadro tra delle Ferrovie dello Stato Italiane e Sapienza Università di Roma (2019) e definire un progetto quadro di ricerca da condividere con Ferrovie dello Stato Italiane – Innovazione.

In linea con le strategie finalizzate a sostenere la transizione ecologica urbana, i temi condivisi riguardano:

- La **riduzione delle emissioni nocive** (secondo quanto stabilito dagli accordi di Parigi- Cop21) prodotte dal funzionamento delle stazioni;
- Il **rispetto del principio di circolarità dei flussi** (acqua, rifiuti, approvvigionamento, mobilità...), in particolare all'interno delle stazioni ferroviarie;
- Il **sostegno alla mobilità dolce** attraverso progetti centrati sulle stazioni e sulle linee ferroviarie urbane:
- La **valorizzazione green degli hub ferroviari** tramite l'inclusione di "servizi ecosistemici" ai servizi già attualmente in uso (prevalentemente commerciali) e la sperimentazione di **nuove funzioni legate alla green economy**;
- L'incremento della biodiversità e l'uso prioritario di Nature Based Solutions;
- **L'incremento del patrimonio arboreo urbano** con la finalità di accrescere il sequestro di CO₂; la cattura potenziale delle polveri sottili (PM10 e PM 2,5); l'assorbimento potenziale di inquinanti gassosi; di migliorare il micro-clima urbano e incrementare il benessere dei cittadini sia a titolo di compensazione delle emissioni prodotte dalle stazioni, sia per collaborare al miglioramento della resilienza urbana;

³ http//ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm

Il miglioramento della fruizione della stazione e degli spazi circostanti; la costruzione di legami tra i luoghi della stazione e il quartiere di accoglienza; l'incremento del benessere dei viaggiatori e degli utenti e la qualificazione degli spazi indoor e outdoor.

I temi sono sviluppati attraverso progetti innovativi che coinvolgano studenti-tesisti; studenti PhD; assegnisti di ricerca (assegni già finanziati o da finanziare) del DICEA e ricercatori FFSS in una logica di condivisione e scambio.

Le sette direttrici convergono su un obiettivo comune: quello di cooperare alla rigenerazione della città, realizzando progetti prototipali e azioni ad "alta intensità di sostenibilità" all'interno di un processo condiviso con i cittadini, gli utenti e gli stakeholder.

La metodologia prevede di lavorare a piccoli passi, supporre la possibilità di intervenire attraverso progetti-prototipi e usi temporanei, esplorando un'applicazione graduale del contenuto innovativo delle proposte, monitorando l'implementazione delle potenzialità ambientali, sociali e economiche e la soddisfazione degli utilizzatori.

Il processo prefigurato può tradursi in uno strumento di meta-progettazione che fa della sperimentazione il momento di inizio della rigenerazione urbana che più possa adattarsi ai differenti contesti.

2. TEMI DI RICERCA

2.1 Calcolo dell'impronta ecologica delle stazioni

Descrizione

L'obiettivo del progetto di ricerca è la costruzione di un modello di calcolo dell'impronta ecologica delle stazioni ferroviarie: le stazioni sono oggetti sempre più complessi che richiedono rilevanti flussi di materie che costituiscono la loro impronta ecologica. Indagare e misurare questa impronta consente di progettare delle misure di mitigazione con una efficacia amplificata dal ruolo naturale di centralità proprio delle stazioni ferroviarie, garantendo al contempo la transizione verso una maggiore sostenibilità e l'azzeramento delle emissioni climalteranti prodotte dall'esercizio quotidiano.

Riferimenti

Meks⁴ (1956) ha realizzato uno dei lavori a tutt'oggi di riferimento per la definizione del ruolo della stazione come catalizzatore urbano. Coxon, Burns e De Bono⁵ (2008) hanno indagato il ruolo dello spazio interno alle stazioni dal punto di vista esperienziale del viaggiatore. Mees⁶ (2010) ha indagato il ruolo delle stazioni come catalizzatori della dispersione urbana in relazione alla *mixité* funzionale. Hale⁷ (2013) ha indagato lo stato attuale e le prospettive future della stazione come sito produttivo. Warren⁸ (2014) ha indagato anche il ruolo delle fermate e degli edifici di stazione nell'analisi dell'impronta ecologica dei sistemi su rotaia (tram, metropolitane e treni) in città.

L' International Union of Railways⁹ (UIC, 2014-2016) ha condotto diversi studi metodologici sulla determinazione dell'impronta ecologica delle ferrovie, dove però le stazioni sono indagate in modo marginale. Operatori come Network Rail¹⁰ (Gran

⁴ The Railroad Station an Architectural History, New York: Dover Publications Inc.

⁵ Can the design of effective public space inform the passenger experience of public transport?, Proceedings, 31stAustralasian Transport Research Forum:

http://www.atrf.info/papers/2008/2008_Coxon_Burns_DeBono.pdf

⁶ A Very Public Solution: Transport in the Dispersed City, Melbourne: Melbourne University Press

⁷ History and prospects of the rail station,

https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17549175.2013.765905

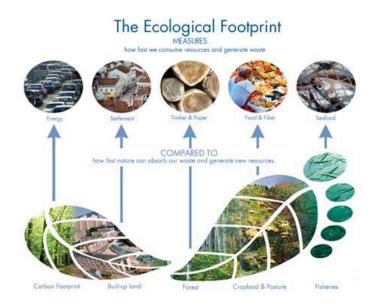
⁸ Rail and the City: Shrinking Our Carbon Footprint While Reimagining Urban Space, Cambridge MA, MIT Press, 2014

⁹ Carbon Footprint of Railway Infrastructure,

https://uic.org/IMG/pdf/carbon_footprint_of_railway_infrastructure.pdf

¹⁰ Si veda: https://www.networkrail.co.uk/stories/our-vision-for-a-greener-network

Bretagna) e SNCF¹¹ (Francia) ha messo come obiettivo di medio periodo il raggiungimento della piena sostenibilità dell'esercizio ferroviario, con focus particolari sugli impianti di stazione¹². Transport for London¹³ ha redatto delle guide funzionali per rendere le stazioni dei luoghi più attrattivi andando oltre il concetto del mero edificio viaggiatori.



Fasi di sviluppo

Le fasi di lavoro sono:

- Analisi tipologica e quantitativa dei flussi di materie necessari all'esercizio di una stazione ferroviaria e indagine delle relazioni con i flussi di traffico giornaliero;
- Calcolo dell'impronta ecologica di una stazione sulla base dei carichi ambientali associati alla produzione, consumo, smaltimento (*from cradle to grave*) dei flussi quotidiani di materie;
- Inquadramento dell'impronta ecologica operativa all'interno di una logica di rigenerazione urbana.

Caso studio

Applicazione on-field del modello sulla stazione di Roma Termini.

¹¹ Si veda: https://www.sncf.com/fr/engagements/developpement-durable/engagement-grand-groupe-pour-laplanete

¹² NetworkRail (2011) Guide to Station Planning and Design, NetworkRail UK: www.networkrail.co.uk/Guide_to_Station_Planning_and_Design.pdf

¹³ Transport For London (2009) Interchange Best Practice Guidelines –Quick Reference Guide: http://www.tfl.gov.uk/microsites/interchange/documents/interchange-best-practice-guide-qrg.pdf

2.2 Urban farming

Descrizione

Il progetto prevede la realizzazione di fattorie idroponiche, acquaponiche e di orti urbani.

L'urban farming risponde alla necessità di ridurre gli spostamenti per l'approvvigionamento della città in generi alimentari; produrre alimenti in condizioni controllate a basso rischio di inquinamento (metalli pesanti, ecc..); costruire intorno alla produzione filiere multifunzionali dalla vendita dei prodotti al learning, al food; sviluppare la funzione sociale legata alla produzione agricola (inclusione sociale); accrescere la qualità ambientale dei contesti; riconnettere i cittadini alla campagna.

Fattorie idroponiche, tetti verdi dedicati all'agricoltura e orti trasformano la città e i suoi spazi in luoghi di vita. Questi impianti possono essere l'occasione per interventi educativi come la realizzazione di *Green living Lab* aperti alle scuole, ai cittadini e ai viaggiatori trasformando le stazioni in luoghi di aggregazione, sperimentazione, di consapevolezza e di conoscenza scientifica. Oppure trasformarsi in "expò" permanenti dell'innovazione in campo agricolo, dei luoghi dell'agricoltura configurandosi come una grande opportunità di incontro tra città e campagna.



MFO – Park, Raderschall Zurich

Riferimenti

Forman¹⁴ (2014) ha evidenziato le grandi potenzialità dell'agricoltura urbana sulla componente ecologica delle aree urbane. Hui¹⁵ (2011) ha indagato le modalità di coltivazione in copertura di edifici in zone ad alta densità come Hong Kong. Poulsen¹⁶ (2017) ha indagato le ricadute in termini di aumentata inclusività ed equità. Aubry e Nastaran¹⁷ (2019) hanno indagato i potenziali fattori di rischio per la salute e le relative azioni di tutela nella coltivazione ad uso alimentare in contesti urbani.

Alcuni esempi: il programma "Parisculteur" a Parigi che prevede e in parte realizzato 30 ettari di agricoltura urbana; l'Hauptstadtgarten¹⁸ a Berlino; InFarm - Indoor Urban Farming GmbH¹⁹, Germania

Fasi di sviluppo

- 1. Studio e analisi delle aree disponibili e delle relative potenzialità;
- 2. Tipizzazione delle soluzioni applicabili;
- 3. Progettazione dei modelli produttivi (moduli idroponici e/o aeroponici);
- 4. Progettazione delle interfacce *user friendly* (totem, applicazioni) per l'informazione e la raccolta dei dati sulle coltivazioni e le interazioni con l'utenza.

Le esperienze condotte vengono monitorate per misurare l'impatto positivo del *greening*, al benessere percepito. Lo scambio di dati è bidirezionale: non solo lettura della reazione dell'utenza attraverso applicazioni per dispositivi portatili e totem informativi in situ, ma anche comunicazione e formazione circa le potenzialità "agricole" in ambiente urbano. Partendo dagli scenari quotidiani di interazione tra passeggeri, stazioni e relativi servizi è possibile indagare percorsi e modi per il miglioramento della produzione, esplorando nuovi scenari di business.

5. Caso studio

Realizzazione di *biofarm* multifunzionale (spazi produttivi, ricreativi, learning, startup, sperimentazioni bio, fattoria con animali...) in adiacenza alla *Stazione Aurelia* di Roma; realizzazione di fattorie idroponiche e laboratori nelle "bolle" della *Stazione Tiburtina* o nelle aree adiacenti.

¹⁴ Urban Ecology: Science of Cities

 $^{^{15}}$ Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities

¹⁶ Cultivating citizenship, equity, and social inclusion? Putting civic agriculture into practice through urban farming, *https://link.springer.com/article/10.1007/s10460-016-9699-y*

¹⁷ Urban agriculture and health: assessing risks and overseeing practices,

https://journals.openedition.org/factsreports/5854

¹⁸ https://www.hauptstadtgarten.de/

¹⁹ https://www.infarm.com/

2.3 Green Lines

Descrizione

L'obiettivo del progetto "Green Lines" è quello di accrescere la mobilità dolce attraverso la copertura di linee ferroviarie in area urbana sul modello della linea FL3 nel tratto Monte Mario – Monte Ciocci . Il progetto di ricerca concerne lo studio di fattibilità della realizzazione di analoghe soluzioni, sfruttando altre linee ferroviarie.



Green line concept, NYC

Riferimenti

Kong, Yin, Nakagoshi e Zong²⁰ (2010) hanno elaborato un modello gravitazionale per stimare l'attrattività di nuovi spazi verdi all'interno delle aree urbane dense. Dai²¹ (2011) ha indagato l'effetto di riduzione delle differenze sociali tra i vari gruppi etnici residenti nei pressi di nuovi spazi verdi. Shahani²² (2012) ha sperimentato il

²⁰ Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modelling, *https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204609002333*

²¹ Racial/ethnic and socioeconomic disparities in urban green space accessibility: Where to intervene?, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204611001952

²² The Role of Green Way in the Achievement of Urban SustainableDevelopment (District 3 of Tehran as a Case Study), https://pdfs.semanticscholar.org/951b/d376496a824eca2a6fc46a057700d2ffdd8f.pdf

ruolo delle *green-ways* nella città di Teheran. Carrus, Scopelliti, Lafortezza²³ (2015) hanno indagato il positivo effetto della biodiversità sul *well-being* dei residenti presso gli spazi verdi.





Green Line FL3, Roma

Green Line, NYC

Fasi di sviluppo

La ricerca è strutturata sulle seguenti fasi di lavoro:

- 1. Individuazione delle aree idonee per progetti di interramento e/o ricoprimento dell'infrastruttura ferroviaria preesistente e delle relative potenzialità;
- 2. Tipizzazione delle soluzioni applicabili;
- 3. Analisi della fattibilità tecnica ed economica degli interventi.

2.4 Forestazione urbana

Descrizione

Descrizione

Obiettivo della ricerca è lo studio e progettazione di interventi di forestazione a crescita rapida per migliorare il benessere degli abitanti e dei city-user, contribuendo a raggiungere gli obiettivi definiti dal Piano Energia e Clima (PNIEC).

La forestazione può essere implementata, negli spazi inutilizzati o sottoutilizzati degli scali ferroviari attraverso la creazione di foreste naturali, senza necessità di manutenzione. Grazie al metodo Myawaki le foreste hanno una velocità di crescita fino a dieci volte superiore alle foreste "classiche", sono trenta volte più dense, accolgono una biodiversità cento volte più importante, apportando vantaggi ecologici e sociali. Queste foreste si adattano a qualsiasi tipo di luogo e di ambiente.

I benefici della foresta possono essere misurati attraverso sensori che monitorano l'umidità, la temperatura nel sottobosco, gli inquinanti (NOx, CO, CO2, PM10, PM

²³ Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas, *https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204614002552*

2,5) in modo da rendere comunicabili, all'esterno, i dati dell'impatto positivo della foresta. A questo riguardo, nelle stazioni che confinano con la foresta possono essere installati pannelli informativi e le immagini della foresta possono essere proiettate lungo i corridoi di attraversamento tra i binari.

Forestazione urbana e vegetalizzazione possono essere al centro di un *progetto indoor* o di sistemazione di spazi esterni impermeabili come piastre, moli, parcheggi. In questo caso i riferimenti possono essere la foresta tropicale realizzata nella stazione Atocha di Madrid, o il parco Madrid Rio realizzato sopra una autostrada urbana.

Le azioni di vegetalizzazione possono essere pensate come un progetto evolutivo e partecipato.

Le componenti sono costituite da Nature Based Solution (NBS) che si strutturano intorno ad alcuni temi guida: la biodiversità, l'inclusione, la resilienza, l'apprendimento, i cicli, ecc.. Lo spazio si trasforma in relazione alla composizione di questi elementi che possono evolvere nel corso del tempo in termini di organizzazione nello spazio e di soluzioni possibili. La scelta dei temi guida e delle singoli componenti è l'esito di un processo condiviso di co-progettazione. Alcune componenti possono essere realizzate in-situ dai partecipanti.

Lo spazio vegetalizzato è pertanto uno spazio in movimento, condiviso, che espone e declina durante l'anno i diversi temi legati alle problematiche e alle sfide della città resiliente.



Foresta Myawake piantata lungo il périférique a Parigi

Riferimenti

Burgess, Harrison e Limb²⁴ (1988) sono stati pioneri nell'indagare il ruolo del verde sul benessere percepito dai cittadini. Harnik²⁵ (2010) ha svolto una articolata disamina degli interventi di riforestazione urbana in Nordamerica. Sotoudehnia e Comber²⁶ (2011) hanno analizzato la correlazione tra la distanza percepita dagli spazi verdi e la qualità della vita riferita dai residenti nelle aree urbane. Chen e Wang²⁷ (2013) hanno svolto una analisi econometrica degli spazi verdi nelle metropoli cinesi. Haaland e van Den Bosch²⁸ (2015) hanno indagato l'azione congiunta di spazi verdi di riforestazione nella densificazione urbana.

²⁴ People, Parks and the Urban Green: A Study of Popular Meanings and Values for Open Spaces in the City, https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1080/00420988820080631

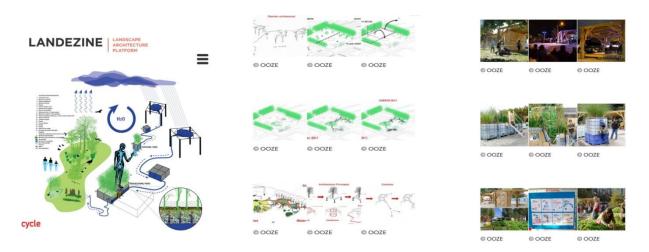
²⁵ Urban Green: Innovative Parks for Resurgent Cities, Island Press, 2010

²⁶ Measuring Perceived Accessibility to Urban Green Space: An Integration of GIS and Participatory Map, Department of Geography, University of Leicester, UK

²⁷ Economic development and natural amenity: An econometric analysis of urban green spaces in China, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866713000915

²⁸ Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S161886671500103X

Realizzazioni: le foreste Myawaki realizzate a Parigi e a Nantes; il Südgelände park a Berlino; Théatre évolutif, Place André Meunier, Saint Michel, Bordeaux



Théatre évolutif, Bordeaux

Fasi di sviluppo

La ricerca è strutturata sulle seguenti fasi di lavoro:

- 1. Studio e analisi delle aree disponibili e delle relative potenzialità;
- 2. Tipizzazione delle soluzioni applicabili;
- 3. Analisi della fattibilità tecnica ed economica degli interventi.

Casi studio

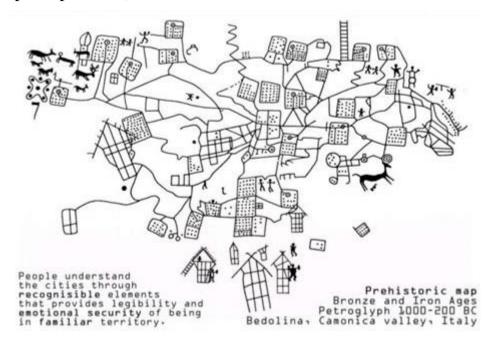
Foresta primaria urbana presso le aree dello scalo San Lorenzo, Roma. Vegetalizzazione e "green performance": la piastra della Stazioni Termini, Roma; il parcheggio della stazione Ostiense.

2.5 Nuova geografia delle stazioni

"Effetto non luogo", disorientamento, mancanza di sicurezza, segnaletica inefficace, spazi off limit. Una facile sintesi dei disagi di cittadini e di utenti, che attraversano, viaggiando, o si recano nelle stazioni per svolgere attività (shopping e food), e che richiede una analisi più attenta finalizzata alla prospettiva di poter migliorare l'esperienza in questi hub urbani. Obiettivo: accrescere la vivibilità e vitalità della stazione, individuare nuove funzioni e nuovi usi, riqualificare i contesti urbani confinanti, all'interno di un processo di integrazione.

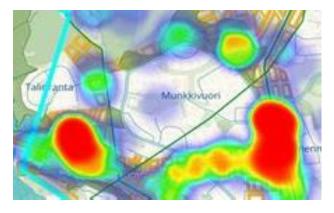
Spazi, orari, flussi, attività e fruitori delle stazioni possono essere considerati variabili da ricomporre attraverso una logica di "buon vicinato".

La ricerca propone una radiografica della stazione H24 attraverso strumenti di rilevazione digitale (PPGIS) e la ricostruzione della "forma e dei tempi" degli spazi che la compongono, *indoor* e *outdoor*, ipotizzando un rapporto osmotico tra interno e esterno (lo spazio pubblico).



Dall'analisi scaturiscono l'identificazione delle parti, confini, riferimenti, nodi e percorsi. I luoghi di massima aggregazione e i luoghi abbandonati; una crono-mappa dei movimenti.



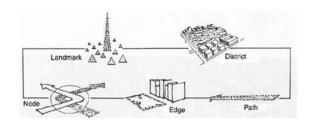


Ricostruire la geografia della stazione significa ripensare percorsi, intersezioni, spazi, oggetti, funzioni, segnaletica, illuminazione in una logica dinamica, ritessendo i legami tra l'edificio, lo spazio pubblico e la città.

Riferimenti

Psicogeografia (Debord, 1957), Toward the development of an air terminal site (Smithson, 1967), L'immagine della città (Lynch 1961), Mapping Manhattan (Cooper 2014).

PPGIS: Maptionniare, OpenStreetMap, Carticipe



Fasi di sviluppo

La ricerca è strutturata sulle seguenti fasi di lavoro:

- 1. Studio e analisi delle aree indoor e outdoor della stazione;
- 2. Elaborazione dei dati quantitativi e qualitativi;
- 3. Definizione delle mappe;
- 4. Individuazione delle soluzioni possibili;
- 5. Confronto con i fruitori (cittadini e utenti) e prototipizzazione delle soluzioni;
- 6. Verifica e monitoraggio delle proposte.

Casi di studio

Lo studio può essere applicato alla stazione Tiburtina e alla stazione Ostiense.