

City Harvest: Progettazione di servizi e spazi intelligenti con comunità collaborative per la produzione alimentare

Just Accepted: December 20, 2024 Published: July 25, 2025

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Aysegul Ozbakir Acimert, <https://orcid.org/0000-0002-1994-439X>
Matthew Hexemer
Soundharya Shivamadaiah, <https://orcid.org/0009-0005-1158-4317>
Dhruvkumar Patel, <https://orcid.org/0009-0000-2797-8525>
Derek Schmucker, <https://orcid.org/0009-0007-2275-8823>
Brookfield Sustainability Institute, George Brown College, Canada

aysegul.ozbakir@georgebrown.ca
matthew.hexemer@georgebrown.ca
soundharya.shivamadaiah@georgebrown.ca
dhruvkumar.patel@georgebrown.ca
derek schmucker@gmail.com

Abstract. L'insicurezza alimentare si sta aggravando a causa dei cambiamenti climatici, mentre l'agricoltura contribuisce a circa il 37% delle emissioni globali di gas serra (GHG). Inoltre, le attività correlate alla perdita e allo spreco di cibo hanno generato 9,3 Gt di CO₂-e nel 2017, rappresentando circa la metà delle emissioni annuali globali dell'intero sistema alimentare. Nonostante siano state sviluppate numerose politiche, rimane poco chiaro in che modo le città possano dare il proprio contributo. L'obiettivo di questo articolo è presentare un modello sostenibile e basato sui dati per la progettazione di servizi alimentari urbani che vada oltre la semplice decarbonizzazione: *City Harvest*. Gli elementi progettuali integrati su scala di quartiere comprendono: a. strutture agricole verticali basate sul suolo; b. *kit* di coltivazione indoor residenziali che gestiscono anche i rifiuti organici; c. una piattaforma di conoscenza basata su AI e Web-GIS per attività di co-creazione comunitaria.

Parole chiave: Produzione alimentare urbana; Intelligenza Artificiale (AI); Sistemi Informativi Geografici (GIS); Co-Produzione; Innovazione urbana.

insicurezza alimentare urbana, cambiamenti climatici e il ruolo delle città

Negli ultimi decenni, le tendenze globali evidenziano sviluppi allarmanti riguardo alla malnutrizione, incluso un rapido aumento dell'inaccessibilità

al cibo. Sebbene vi siano numerosi appelli globali, nazionali e locali per ripensare l'uguaglianza nell'accesso al cibo e combattere l'insicurezza alimentare, i problemi persistono. Secondo la FAO (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura), l'"insicurezza alimentare" è definita come la mancanza di accesso regolare a quantità sufficienti di cibo sicuro e nutriente, necessarie per una crescita e uno sviluppo normali, nonché per una vita attiva e sana (FAO, 2023). Oltre alla

City Harvest: Smart service and place design with collaborative communities on food production

Abstract. Food Insecurity is worsening due to climate change, and agriculture contributes to an estimation of 37% of global GHG emissions. Food loss and waste related activities emitted 9.3Gt of CO₂-e in 2017, which accounted for about half of the global annual emissions from the whole food system. Although many policies have been designed, it is still unclear how cities can do their part. The objective of this paper is to introduce a data-driven and sustainable urban food service design that extends beyond decarbonisation, namely 'City Harvest'. Integrated design elements at neighbourhood scale are: a. soil-based vertical farming structures; b. residential indoor growing kits that also process organic waste; c. AI and Web-GIS-based knowledge platform for community co-creation activities.

Keywords: Urban Food Production; AI; GIS; Co-Production; Urban Innovation.

complessità del concetto, le evidenze scientifiche indicano che l'insicurezza alimentare sta peggiorando a causa dei cambiamenti climatici. L'agricoltura, infatti, è responsabile di circa il 37% delle emissioni globali di gas serra (Mbow *et al.*, 2019). Inoltre, le attività legate alla perdita e allo spreco di cibo hanno generato 9,3 Gt di CO₂-e nel 2017, rappresentando circa la metà delle emissioni annuali totali del sistema alimentare globale.

Nonostante molte politiche siano state progettate e applicate per ridurre l'insicurezza alimentare, resta poco chiaro come le città possano svolgere un ruolo cruciale in questo contesto. Tra i tentativi più significativi intrapresi dai governi locali, la città di Toronto guida numerose iniziative per migliorare la sicurezza alimentare dei residenti. Politiche come il "GrowTO", la Strategia per la Riduzione della Povertà¹, la Carta Alimentare di Toronto², il Piano per la Sovranità Alimentare Nera³ e il Piano di Azione per la Riconciliazione⁴ svolgono ruoli critici. Allo stesso modo, la città di Montréal ha sviluppato un progetto per rafforzare la resilienza del sistema alimentare attraverso una strategia commerciale per l'agricoltura urbana e un piano d'azione (Ville de Montréal, 2018⁵).

Un'altra iniziativa è stata intrapresa nel 2015 dai funzionari di Milano con il Patto di Politica Alimentare Urbana di Milano, che ha invitato altre città a unirsi. Secondo la dichiarazione politica, la crisi planetaria derivante da ambienti insostenibili influenzerà inevitabilmente "il compito di nutrire le città" (Stahlbrand and Roberts, 2022). Parte di queste discussioni esplora anche il concetto di "deserti alimentari", che indica l'i-

Urban Food Insecurity, Climate Change and the Role of Cities

In recent decades, global trends indicate alarming news concerning malnutrition, including a rapid rise in food inaccessibility. Although there are many global, national and local calls for the new ways of thinking about equality in food access and food insecurity, problems still remain. According to the FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), "Food Insecurity" is defined as the lack of regular access to enough safe and nutritious food for normal growth and development, and an active and healthy life (FAO, 2023). In addition to the complexity of the concept, scientific evidence also indicates that food insecurity is worsening due to climate change, and agriculture contributes to an estimation of 37% of global GHG emissions (Mbow *et al.*, 2019). Besides,

food loss and waste related activities emitted 9.3 Gt of CO₂-e in 2017, which accounted for about half of the global annual emissions from the whole food system globally.

Although many policies have been designed and applied to reduce food insecurity, it is still unclear how cities can do their parts. Being one of the significant attempts by city governments around the world, City of Toronto leads many initiatives that improve food security for residents. "GrowTO", "Poverty Reduction Strategy", Toronto Food Charter², "Black Food Sovereignty Plan"³ and "Reconciliation Action Plan"⁴ play critical roles among such policies. Similarly, the City of Montreal has also developed a project that can support food system resilience towards a commercial urban agricultural strategy and action plan (Ville de Montreal, 2018⁵). Another attempt

naccessibilità a cibi freschi e a prezzi accessibili in una comunità e uno stato di “esclusione” (Cummins and Macintyre, 2002). Sebbene il termine “deserto” fosse ampiamente utilizzato dai geografi umani nel Regno Unito negli anni ‘50 per descrivere la mancanza di servizi urbani come banche, pub e centri sociali in un quartiere, il concetto di “deserto alimentare” è diventato un argomento di dibattito importante tra ricercatori e decisori politici negli anni ‘90, quando è stato osservato un calo netto del numero di negozi di alimentari locali rispetto agli anni ‘50, in parallelo alla crescita delle catene di supermercati (Shaw, 2003). D’altro canto, Gonzales (2012) osserva: «Anche se molti residenti a basso reddito vivono a ‘pochi chilometri’ da un negozio di alimentari, il cibo potrebbe non essere economicamente accessibile. Inoltre, raggiungere quel negozio potrebbe risultare molto più complicato e dispendioso in termini di tempo rispetto a un fast food o a un piccolo negozio di quartiere» (Gonzales, 2012).

Alcuni studi affrontano le preoccupazioni legate al cibo, ai cambiamenti climatici e all’adattamento. Ad esempio, i cambiamenti climatici aumentano la variabilità spaziale e temporale nei modelli di produzione alimentare, influenzando la disponibilità di cibo. I prezzi alimentari potrebbero inoltre fluttuare in misura maggiore, con implicazioni significative sull’accessibilità. Esistono ancora numerose lacune conoscitive riguardo a come i cambiamenti climatici influenzeranno la volatilità e la stabilità dei sistemi alimentari globali e la sicurezza alimentare, in particolare in relazione all’accesso e all’uso del cibo (Myers *et al.*, 2017). «Le strategie municipali che considerano la sicurezza alimentare nel contesto dei cambiamenti climatici spesso si concentrano sull’aumento dell’autosufficienza dei sistemi ali-

mentari locali e regionali; questi sistemi possono diventare un punto di convergenza per creare sinergie tra politiche di adattamento e mitigazione dei gas serra» (Harper *et al.*, 2022).

Nonostante tutte le politiche e le azioni intraprese per affrontare l’insicurezza alimentare, esiste ancora un bisogno urgente di sviluppare approcci operativi, sostenibili, innovativi e olistici che possano connettere gli spazi urbani, allineandoli alla pianificazione per l’adattamento climatico.

I primi tentativi di utilizzare le Soluzioni Basate sulla Natura (NBS) nella riprogettazione delle comunità, inclusi sistemi di produzione alimentare, riciclaggio, trasporto e trattamento delle acque reflue, risalgono alla fine degli anni ‘80. Tra questi, J. Todd e N. Todd hanno esplorato l’idea delle eco-città, che integrano agricoltura e risorse idriche in contesti urbani verdi, introducendo le “macchine viventi” (*living machines*), interventi tecnologici basati sui principi di biodiversità e pensiero ecologico sistemico (Todd and Todd, 1994).

Nel 2022, un progetto a Milano ha cercato di progettare innovative strutture modulari per l’agricoltura urbana, denominate Agricoltura Verticale Urbana (*Urban Vertical Farming* – UVF), dove la domanda alimentare sarebbe soddisfatta da strutture verticali modulari basate sull’IoT (Orsini, 2022). Esistono altri esempi di progetti di agricoltura verticale in Giappone, Germania, Emirati Arabi Uniti, Hong Kong, Canada, Stati Uniti e Finlandia, dove la produzione regolare e garantita dei raccolti viene migliorata attraverso un ambiente controllato che include temperatura, luce, umidità e intelligenza artificiale in spazi urbani (Igini, 2023). Parallelamente a questi approcci progettuali innovativi, emerge la necessità di ridefinire i codici edilizi e gli standard, progettando nuo-

was made by Milan officials in 2015, known as “Milan Urban Food Policy Pact”; they called on other cities to join them (Milan Urban Food Policy Pact, 2015). According to the policy statement, the planetary crisis of unsustainable environments would surely affect “the task of feeding cities” (Stahlbrand and Roberts, 2022). A part of these discussions also explores the concept of “food deserts”, which implies inaccessibility to fresh and affordable food in a community and a state of “exclusion” (Cummins and Macintyre, 2002). While the “desert” has been widely used by human geographers in the UK in the early 1950s to describe the lack of urban facilities such as banks, public houses and social centres in a neighbourhood, “food desert” started to be a rigorous discussion topic among researchers and policy makers when a sharp decline was observed

in the number of local grocery stores in the 1990s, compared to the 1950s, and within a transition to supermarket chains (Shaw, 2003). Gonzales (2012) claims that «Even if many low-income residents live within ‘a couple of miles’ of a grocery store, the food may not be affordable. And getting to that store may be much more difficult and time-consuming than getting to a nearby fast-food restaurant or corner store» (Gonzales, 2012).

Some studies have addressed concerns on food, climate change and adaptation. For example, climate change increases the spatial and temporal variability in food production patterns, which affects food availability. Food prices may also fluctuate to a greater degree, which will have implications for accessibility. Many knowledge gaps exist in terms of how climate change will influence the volatility and stabil-

ity of global food systems and food security, especially with respect to food access and use (Myers *et al.*, 2017) «Municipal strategies that consider food security in the context of climate change often focus on increasing the self-sufficiency of local and regional food systems; food systems can be a nexus that provides opportunities to achieve synergies between adaptation and GHG mitigation policies» (Harper *et al.*, 2022).

Despite all these policies and actions regarding food insecurity, there is still an urgent need for providing operational, sustainable, innovative and holistic approach that can link urban spaces aligned with climate adaptation planning. Early attempts for using Nature-Based Solutions (NBS) in redesigning communities including food production, recycling, transportation and sewage systems date back to the

late 1980s. Among them, J. Todd and N. Todd explored the idea of eco-cities, which integrates agriculture and water in green urban settings, and introduced “living machines”, technological interventions grounded in the principles of biodiversity and systems-wide ecological thinking (Todd and Todd, 1994). In 2022, a project in Milan made an effort to design innovative modular urban farming structures called Urban Vertical Farming (UVFs) where the food demand would be supplied by modular and IoT-based vertical structures (Orsini, 2022). Other examples for vertical farming projects exist in Japan, Germany, the United Arab Emirates, Hong Kong, Canada, the US and Finland where guaranteed regular production of output and crop yields are boosted based on controlled environment including temperature, light, humidity, and artificial intelligence in urban

ve infrastrutture e regolamenti su scala urbana (Lovell, 2022). Tuttavia, è noto che le differenze geografiche, economiche e sociali tra le diverse città nel mondo determinano il successo o il fallimento di queste pratiche di agricoltura urbana, sia indoor che outdoor (Negrello, 2024).

Problema di ricerca

Secondo il Comune di Toronto, quasi un abitante su quattro (24,1%) vive in nuclei familiari caratterizzati da insicurezza alimentare. Il rischio di insicurezza alimentare è maggiore per le persone con redditi bassi o che ricevono assistenza sociale, per gli individui appartenenti a minoranze etniche (in particolare coloro che si identificano come neri o indigeni), per chi vive in affitto anziché in proprietà e per i genitori single. Di conseguenza, è fondamentale sviluppare un sistema alimentare urbano resiliente che affronti l'insicurezza alimentare attraverso l'innovazione sociale e tecnologica. La principale domanda di ricerca alla base di questo studio è: "Come progettare un sistema alimentare sostenibile che migliori la sicurezza alimentare e la qualità della vita nelle comunità urbane, adottando una prospettiva olistica?"

Obiettivi della ricerca

Sulla base di un'ampia revisione della letteratura e della domanda di ricerca, l'obiettivo principale di questo studio è introdurre

un design sostenibile e basato sui dati per servizi e spazi alimentari urbani che vada oltre la semplice decarbonizzazione: "City Harvest: un Sistema Alimentare Urbano Resiliente".

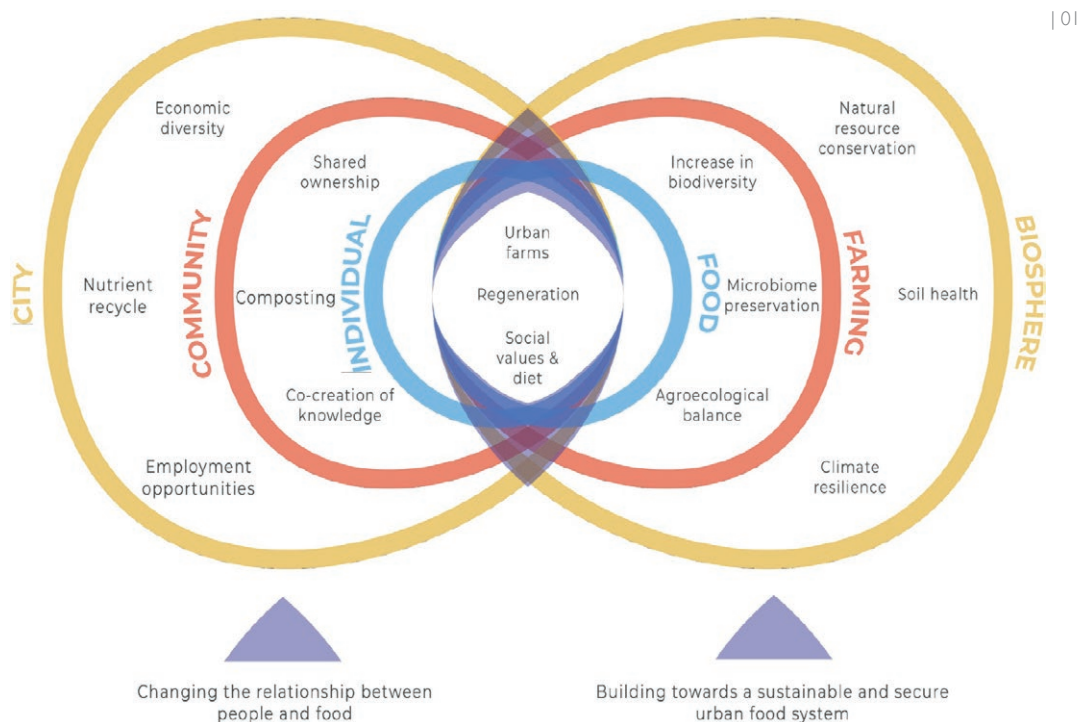
Strategia di Progettazione di City Harvest

La strategia di City Harvest si concentra su tre obiettivi principali: agricoltura urbana, rigenerazione del suolo e connessioni sociali. Promuovendo l'agricoltura urbana, il progetto mira a portare la produzione alimentare più vicina alle comunità, dando loro il potere di gestire direttamente le proprie fonti di cibo. Riconoscendo l'urgenza del degrado del suolo, City Harvest mira a chiudere il ciclo dei nutrienti, trasformando il flusso dei nutrienti in un sistema circolare che supporti l'agricoltura sostenibile (Fig. 1). Parallelamente, la piattaforma digitale funge da archivio di conoscenze alimentari multiculturali e dati geospaziali sulla crescita della produzione alimentare. Questa piattaforma offre l'opportunità di favorire connessioni sociali, aumentando la consapevolezza delle persone riguardo al cibo, ai nutrienti e alla biodiversità, consentendo loro di fare scelte alimentari più sane.

Ecosistema del prodotto

L'ecosistema di prodotto di City Harvest è composto da tre pilastri principali (Fig. 2):

1. Harvest Kits;



2. Harvest Hubs;
3. Food Connect.

Ogni pilastro è progettato per affrontare diverse scale del sistema, partendo dall'individuo, passando per il quartiere, fino a raggiungere la scala cittadina. I dettagli di ciascun pilastro sono descritti in modo approfondito nelle sezioni seguenti.

Metodologia

Il progetto *City Harvest* è stato sviluppato per il quartiere di St.

Lawrence a Toronto, riconosciuto come il luogo di nascita della città, grazie al primo mercato alimentare che ha riunito le persone attorno a valori e esperienze condivise di cibo, comunità, cultura e patrimonio. La metodologia per progettare il sistema ha seguito un approccio qualitativo, basato su processi iterativi e di co-progettazione. Sono stati coinvolti: 32 partecipanti in un workshop tramite questionari, 2 charrette di progettazione con oltre 150 partecipanti, 2 interviste approfondite.

Risultati dei questionari, delle interviste e delle charrette di progettazione

Una combinazione di approcci qualitativi, tra cui questionari, interviste e charrette di progettazione, è stata applicata tra il 2023 e il 2024 presso il *Brookfield Sustainability Institute* (BSI) del *George Brown College* di Toronto. Nell'autunno del 2023, il team di ricerca ha progettato domande per un questionario, somministrato durante un *workshop* con la partecipazione di 32 volontari. Il questionario ha esplorato le esperienze e l'interesse dei partecipanti verso l'agricoltura urbana a Toronto. I risultati hanno rivelato che la maggior parte dei partecipanti (69%) non aveva recenti esperienze di coltivazione di frutta e verdura.

spaces (Igini, 2023). In parallel to these innovative design approaches, there is also a need to redefine building codes and standards, designing new infrastructure and regulations (Lovell, 2022) at city scale. However, it is a known fact that geographical, economic and social differences in different cities around the world determine the success or failure of such indoor and outdoor urban farming practices (Negrello, 2024).

Research problem

According to the City of Toronto, almost one in four (24.1%) Torontonians live in food insecure households. The risk of food insecurity is higher for people with low income or receiving social assistance, racialised individuals, especially those who identify as Black or Indigenous, people who rent, as opposed to owning their home, and single parents. Therefore,

a resilient urban food system that alleviates urban food insecurity through social and technological innovation is highly required. The main research problem of this paper is: "How to design a sustainable food system that increases food security and quality of life in urban communities in a holistic perspective?"

Objectives of the research

Based on the extensive literature review and the research question, the objective of this paper is to introduce a data-driven and sustainable urban food service and place design that extends beyond decarbonisation: "City Harvest: A Resilient Urban Food System Design".

Design Strategy of City Harvest

The City Harvest strategy focuses on three goals: urban farming, soil re-



Tuttavia, nonostante la mancanza di esperienza nell'agricoltura urbana, la maggior parte (75%) ha dichiarato che colterebbe il proprio cibo se ne avesse la possibilità. Inoltre, è stato scoperto che il maggiore ostacolo all'agricoltura urbana residenziale è rappresentato dallo spazio disponibile (Fig. 3).

Nell'autunno del 2023, una serie di interviste ha approfondito il problema dell'insicurezza alimentare, fornendo intuizioni significative. I risultati hanno evidenziato che l'insicurezza alimentare, nel contesto economico attuale, è prevalentemente una questione economica e non può essere affrontata unicamente aumentando la produzione alimentare. Richiede invece strategie complete che affrontino direttamente le dimensioni economiche dell'accessibilità, comprese le entrate e i costi complessivi che incidono sulle famiglie.

generation, and social connections. By promoting urban farming, the project aims to bring food production closer to communities, empowering them to take control of their food sources. Acknowledging the urgency of soil degradation, City Harvest aims to close the loop on nutrient cycles, transforming the flow of nutrients into a circular system that supports sustainable agriculture (Fig. 1). Conversely, the digital platform serves as a repository of multicultural food knowledge and geospatial data on food production growth. This provides an opportunity to foster social connections and helps people increase their knowledge about food, nutrients, and biodiversity, enabling them to make healthier dietary choices.

Product Ecosystem

City Harvest's product ecosystem will consist of 3 main pillars (Fig. 2):

1. Harvest Kits;
2. Harvest Hubs;
3. Food Connect.

Each pillar will work to address a different scale of the system, from the individual to the neighbourhood scale and, finally, the city scale. Details of each pillar are explained in the following sections.

Methodology

'City Harvest' is developed for the St. Lawrence neighbourhood of Toronto, which is recognised as the birthplace of the city with the first Food Market that brings people together around shared values and experiences of food, community, culture, and heritage. The methodology to design the system followed a qualitative approach of iterative and co-design processes of 32 participants' surveys in a workshop format, 2 design charrettes of more

Sempre nell'autunno del 2023, il *team* di ricerca ha condotto una charrette di progettazione, in cui sono stati esplorati e presentati risultati preliminari e vari concetti con approcci strategici per il processo progettuale. Successivamente, nell'inverno del 2024, si è tenuta una seconda charrette di progettazione, incentrata sullo sviluppo progettuale, con la partecipazione di studenti internazionali. Grazie alla collaborazione tra partecipanti con prospettive interdisciplinari, il *team* ha concentrato i propri sforzi sul miglioramento della piattaforma digitale, dei centri del raccolto e dei kit per il raccolto. I risultati di entrambe le charrette si sono tradotti nello sviluppo di progetti raffinati, prototipi visivi, modelli di business associati e dimostrazioni di un'integrazione coesa tra intuizioni di ricerca e innovazione progettuale. Attraverso un processo di progettazione collaborativo, la proposta del sistema ha integrato una piattaforma digitale partecipativa e basata sui dati, in grado di raccogliere e gestire informazioni alimentari urbane prodotte sia da struttu-

re verticali modulari applicate alle facciate degli edifici sia dai kit domestici. Inoltre, le attività di co-produzione e formazione sono state considerate come meccanismi principali per costruire connessioni comunitarie in rete, sia negli spazi digitali che fisici.

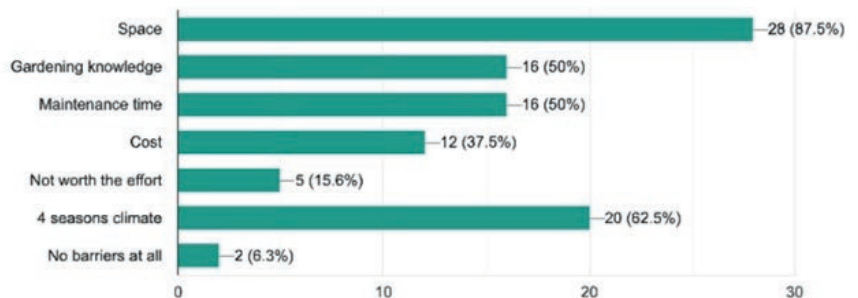
Pilastro #1: Food Connect La piattaforma digitale di *City Harvest, Food Connect*, è progettata per rivoluzionare il modo in cui le persone interagiscono con il cibo attraverso attività di co-produzione che si svolgono sia negli spazi digitali che in quelli fisici urbani. Fornendo uno spazio online completo, la piattaforma mira ad affrontare molteplici problematiche pressanti legate al cibo, a partire dalla riduzione degli sprechi alimentari. Attraverso *Food Connect*, individui e aziende possono condividere facilmente il cibo in eccesso, deviandolo dalle discariche e contribuendo a un sistema alimentare più sostenibile. Inoltre, *Food Connect* promuove un

If presented with the opportunity, how likely would you be willing to grow your own fruits and vegetables?

- Likely
- Somewhat likely
- | Response | Percentage |
|-----------------|------------|
| Likely | 75% |
| Somewhat likely | 21.9% |
| Not very likely | 15.6% |

What barriers have you encountered, or that prevent you, from growing your own food?

n= 32



senso di comunità attorno alla coltivazione e alle pratiche culinarie. Facilitando la condivisione di conoscenze e lo sviluppo di competenze, la piattaforma incoraggia le persone a esplorare vari aspetti della produzione e preparazione del cibo. Attraverso *workshop* virtuali e forum, gli utenti possono scambiare esperienze ed expertise, rendendosi più autosufficienti e connessi alle proprie fonti alimentari.

Principi di design

Food Connect è concepito come un potente strumento analitico, sfruttando i dati delle comunità agricole urbane per generare approfondimenti di valore. Analizzando tendenze e modelli, la piattaforma può informare i processi decisionali relativi alla resilienza alimentare, all'efficienza nella distribuzione e all'ottimizzazione della produzione. Questo approccio basato sui dati non solo migliora l'efficacia delle iniziative alimentari, ma contribuisce anche alla sostenibilità e resilienza a lungo termine dei sistemi alimentari urbani.

Food Connect opera con tre principali funzioni (vedi il prototipo in Fig. 4): *Community*: uno spazio sociale digitale dedicato al cibo, completo di profili, funzioni di pubblicazione e meccanismi di *feedback*. *Marketplace*: una piattaforma digitale aperta a persone e aziende per iscriversi. Questo permette a individui di distribuire verdure coltivate autonomamente o a ristoranti e negozi di generi alimentari di offrire alimenti prossimi alla scadenza a prezzi scontati. L'obiettivo è ridurre simultaneamente lo spreco alimentare e l'insicurezza alimentare. *Analytics*: una piattaforma di statistiche geospaziali in tempo reale che utilizza dati nuovi ed esistenti, insieme a tecnologie predittive basate su AI.

than 150 participants, and 2 in-depth interviews.

Results of surveys, interviews and design charrettes

A combination of qualitative approaches including surveys, interviews, and design charrettes were applied between 2023 – 2024 at the Brookfield Sustainability Institute (BSI) of George Brown College in Toronto. In Fall 2023, the research team designed survey questions to be applied during a workshop counting the participation of 32 volunteers. The survey explored participants' experiences and interest in urban agriculture within the city of Toronto. The results indicated that, in Toronto, most of the participants (69%) did not have recent experience growing their own fruits and vegetables. Yet despite the lack of urban agricultural experience, most

participants (75%) would grow their own food, if given the opportunity. The survey also found that the largest obstacle to residential urban agriculture was 'space' (Fig. 3).

In the fall of 2023, a series of interviews focused on the issue of food insecurity and provided significant insights. The results highlighted the understanding that food insecurity within the current economic framework is predominantly an economic issue, which cannot be addressed solely by increasing food production. Instead, it requires comprehensive strategies that directly tackle the economic dimensions of affordability, including access to income and the broader costs impacting households.

In the Fall of 2023, the research team conducted a Design Charrette, where preliminary findings and various con-

Analisi e set di dati

La funzione *Food Connect Analytics* sfrutterà sia i dati esistenti che quelli generati dal sistema interconnesso di *City Harvest*. Con l'inclusione dei dati di *City Harvest*, gli utenti di *Food Connect Analytics* potranno prevedere le variazioni dei prezzi alimentari, ottimizzare la distribuzione degli alimenti e promuovere la sovranità e la resilienza alimentare. *Analytics* fornirà approfondimenti utili alla pianificazione urbana attraverso diversi set di dati raccolti (Fig. 5). Tutti i set di dati utilizzati saranno open-source, garantendo trasparenza nei dati relativi alla produzione alimentare e facilitando un processo collaborativo.

Integrazione dell'Intelligenza Artificiale (AI): Olive

All'interno di *Food Connect Analytics*, l'integrazione dell'intelligenza artificiale prenderà la forma di un modello predittivo AI, concepito come un assistente virtuale denominato "Olive". Olive avrà tre principali obiettivi:

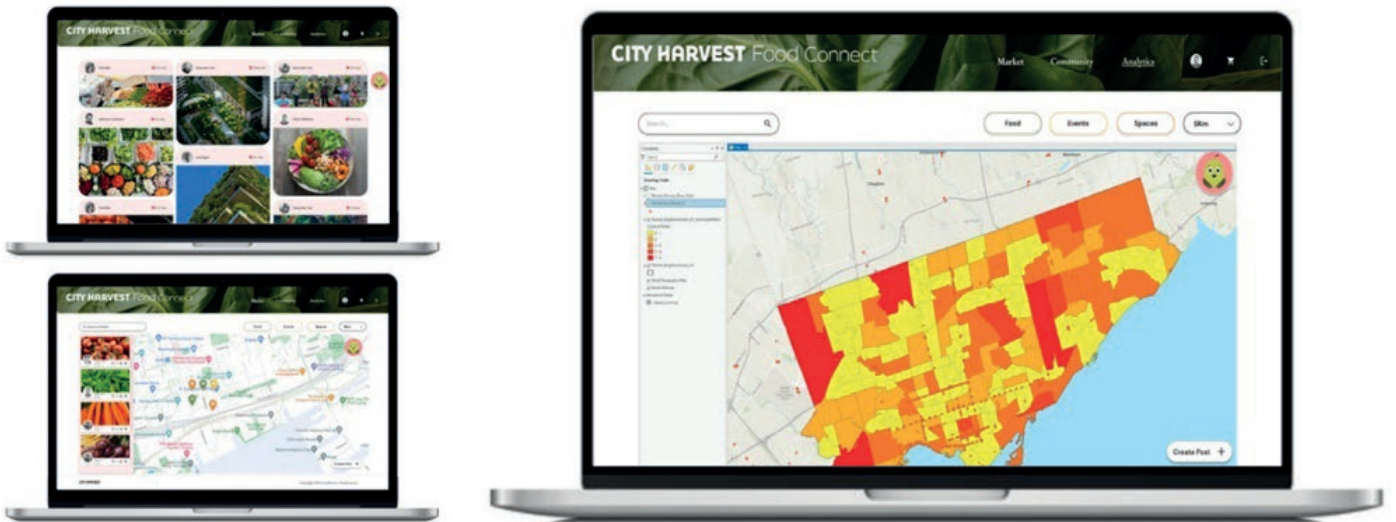
1. Modellazione predittiva per sicurezza alimentare e distribuzione. *Olive* analizzerà dati storici e in tempo reale provenienti da *Food Connect* per prevedere tendenze future nella produzione e nel consumo alimentare. Comprendendo i modelli stagionali e la produzione agricola urbana, Olive ottimizzerà la distribuzione alimentare in città, assicurando che l'offerta soddisfi la domanda, minimizzando al contempo gli sprechi. Questo contribuirà a creare percorsi di consegna efficienti, riducendo le emissioni e migliorando la sicurezza alimentare complessiva.
2. Raccomandazioni personalizzate per agricoltori urbani. *Olive* sfrutterà i dati dei *Harvest Kits* e dei *Harvest Hubs* per fornire agli utenti consigli personalizzati sulla coltivazione. Ana-

cepts with strategic approaches for the design process had been explored and presented. Subsequently, an international student Design Charrette with a primary focus on design development was conducted in the winter of 2024. By collaborating with participants across interdisciplinary perspectives, the research team concentrated on advancing the design of the digital platform, harvest hubs, and harvest kits. Both Charrette results culminated in the development of refined designs, visuals, prototypes, and associated business model drafts, demonstrating a cohesive integration of research insights and design innovation. With the help of collaborative design, the system proposal incorporated a data-driven participatory digital platform that can collect and manage urban food data produced by both the modular vertical structures attached to the façades of

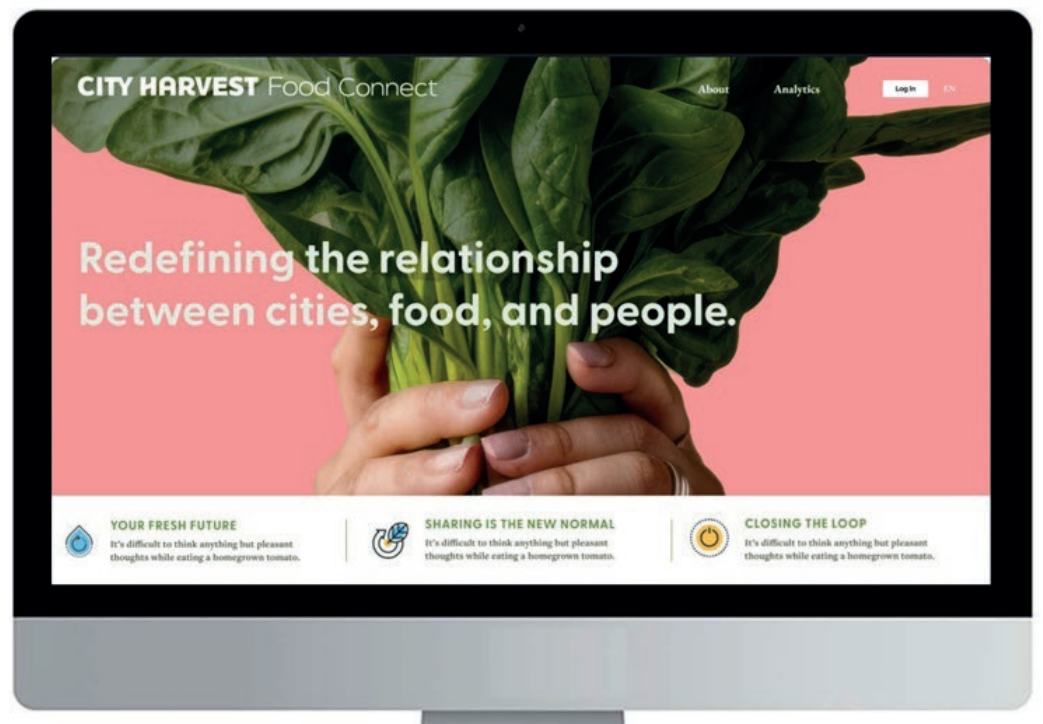
the buildings and the housing kits. In addition, co-production and training activities are considered as the main mechanisms where networked community connections are built both in digital and physical space design.

Pillar #1: Food Connect

City Harvest's digital platform, *Food Connect*, is poised to revolutionise the way people engage with food through co-production activities carried out both in digital and physical urban spaces. By providing a comprehensive online space, it aims to address multiple pressing issues surrounding food, starting with the reduction of food waste. Through *Food Connect*, individuals and businesses can easily share surplus food, thus diverting it from landfills and contributing to a more sustainable food system. Moreover, *Food Connect* seeks to foster a sense of community around



Please scan this QR code to explore Food Connect on your own.



food cultivation and culinary practices. By facilitating knowledge sharing and skill development, the platform encourages people to explore various aspects of food production and preparation. Through virtual workshops and forums, users can exchange expertise and experiences, ultimately empowering individuals to become more self-sufficient and connected to their food sources.

Design principles

Food Connect is envisioned as a powerful analytics tool, leveraging data from the urban agricultural community to generate valuable insights. By

analysing trends and patterns, the platform can inform decision-making processes related to food resilience, distribution efficiency, and optimised production. This data-driven approach not only enhances the effectiveness of food-related initiatives but also contributes to the long-term sustainability and resilience of urban food systems. Food Connect operates with 3 major functions (see the Figma prototype in Fig. 4): Community, Marketplace, and Analytics. 'Community' is focused on providing a food-centred digital social media space, complete with profiles, posting functions and feedback mech-

anisms. A 'Marketplace' is provided digitally for any person or business to sign up. This allows for people to distribute vegetables they have grown themselves, or for restaurants and grocery stores to distribute soon-to-expire food at discount prices. This aims to simultaneously reduce food waste and lower food insecurity. Food Connect's 'Analytics' will be a real time, geo-spatial statistics platform that utilises new and existing data, in conjunction with predictive AI technologies.

Analytics and Data Sets

Food Connect Analytics would capi-

talise on existing data, as well as on new data generated through City Harvest's interconnected smart system. With the inclusion of City Harvest data, Food Connect Analytics users would be able to forecast food price changes, optimise food distribution, and build food sovereignty and resilience. The Food Connect Analytics will be able to provide city shaping insights through different data sets collected (Fig. 5). All of the data sets used are open source, which will allow for transparency in food production data as well as a collaborative process.

lizzando le condizioni locali, come temperatura, umidità e qualità del suolo, Olive suggerirà i momenti migliori per la semina, i programmi di irrigazione e le necessità nutrizionali. Questo supporto personalizzato migliorerà la resa dei raccolti, rendendo l'agricoltura urbana più accessibile ed efficace.

3. Monitoraggio in tempo reale e rilevamento delle anomalie. Olive monitorerà costantemente i dati provenienti dai sensori della rete Food Connect, utilizzando l'apprendimento automatico per rilevare anomalie come cambiamenti improvvisi nell'umidità del suolo o nella crescita delle piante. In caso di irregolarità, il sistema potrà avvisare gli utenti o regolare automaticamente le condizioni, garantendo la sostenibilità e la resilienza della produzione alimentare urbana.

Pilastro #2: Kit per il Raccolto

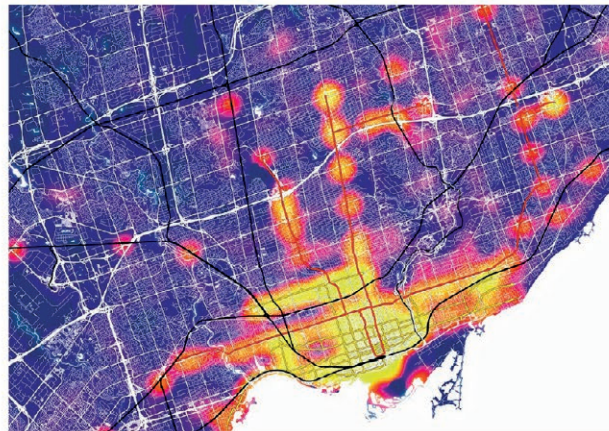
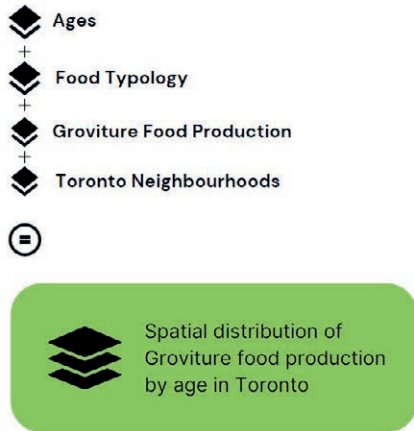
Il Kit per il Raccolto è un sistema di coltivazione indoor basato su suolo, progettato per uso residenziale. Integra un essiccatore per rifiuti alimentari e una

camera per la produzione di eco-enzimi. Consentendo ai residenti di coltivare cibo localmente e gestire efficacemente i rifiuti organici, contribuisce alla costruzione di comunità resilienti e sostenibili. Questo approccio può trasformare l'agricoltura urbana e promuovere un sistema alimentare più equo e rispettoso dell'ambiente.

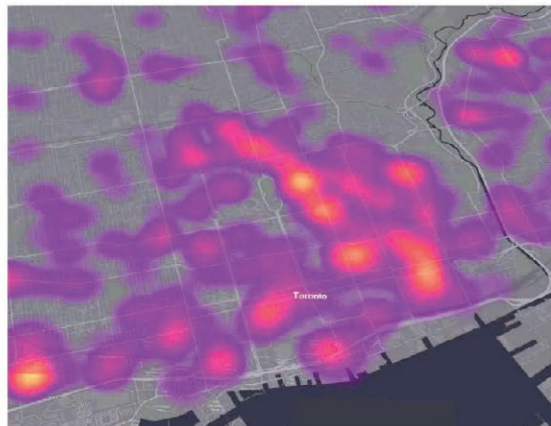
Principi di Design

Il Kit per il Raccolto utilizza tecnologie IoT, modularità e principi di design circolare per soddisfare le esigenze residenziali (Fig. 6). Comprende un vassoio modulare per il suolo, facile da maneggiare, che può essere restituito a una struttura di compostaggio ad alto contenuto nutritivo per essere sostituito con un nuovo contenente terreno ricco di nutrienti e semi, oppure con vassoi contenenti piante provenienti dai Centri del Raccolto. La camera per eco-enzimi utilizza i rifiuti organici per produrre pesticidi e fertilizzanti naturali, riducendo la necessità di utilizzare prodotti chimici dannosi per coltivare verdure in casa. Gli

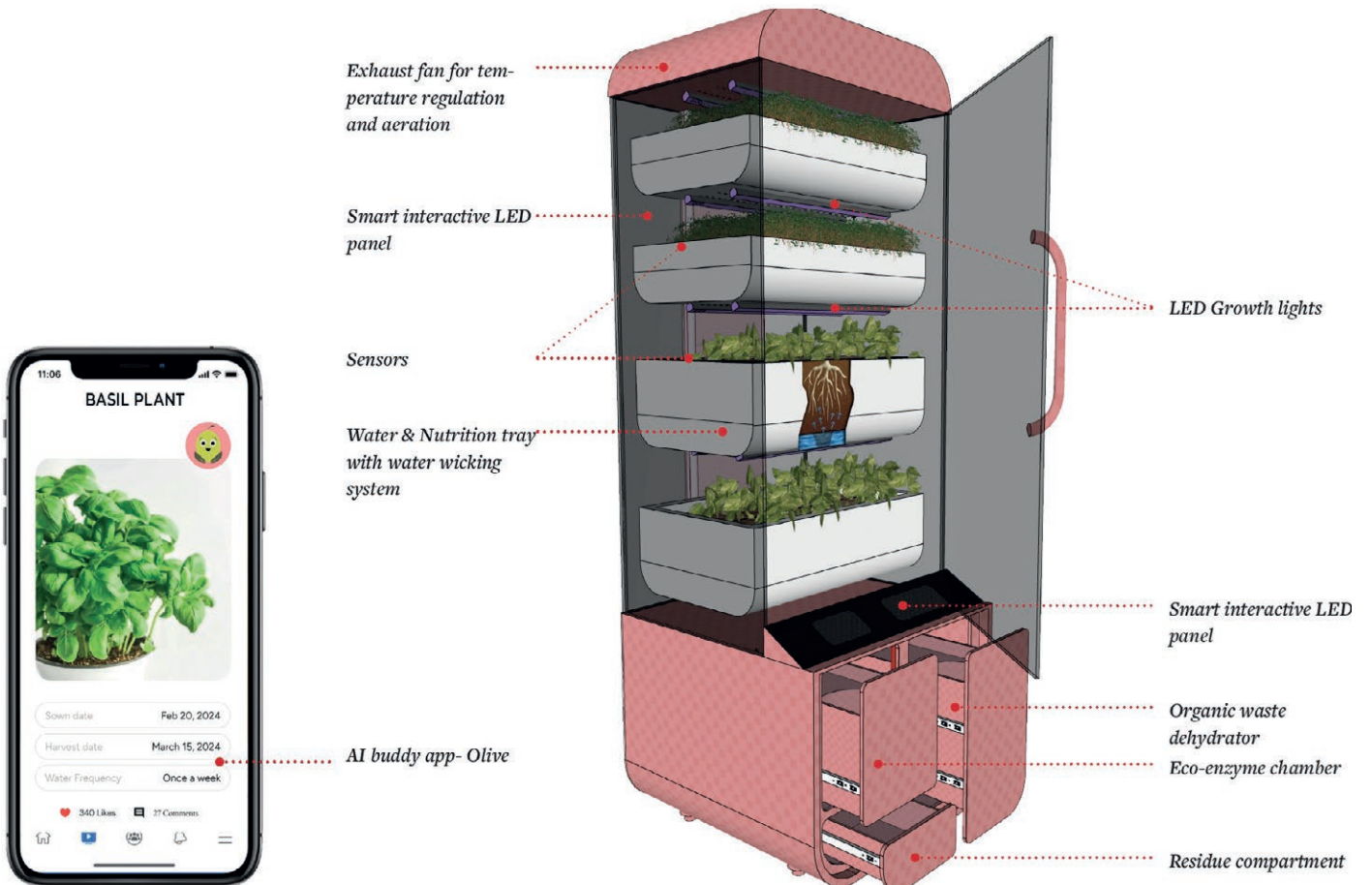
05 |



Spatial Query, example 1.



Spatial Query, example 2.



eco-enzimi possono anche essere utilizzati come agenti detergenti domestici sostenibili e innocui per l'ambiente. Decentralizzando la produzione alimentare e il riciclo dei nutrienti, il *kit* contribuisce a ridurre le emissioni di carbonio e a promuovere la resilienza alimentare nelle aree urbane. Inoltre, il sistema di auto-irrigazione e i requisiti di manutenzione ridotti offrono praticità e accessibilità agli utenti. Tra i materiali principali utilizzati figurano acciaio riciclato, alluminio riciclato, pannelli derivati da rifiuti organici e materiali compositi impermeabili a base biologica. Il prodotto dispone di un ingresso e un'uscita per l'acqua e di un collegamento per la linea elettrica. La distribuzione del fertilizzante organico, ovvero gli eco-enzimi, avviene attraverso un sistema di irrigazione collegato all'impianto idraulico.

Gamma di prodotti

1. Unità base. La più piccola unità della gamma serve un ruolo cruciale nella gestione dei rifiuti organici e nelle pratiche domestiche sostenibili. Progettata specificamente per la produzione di eco-enzimi e il trattamento dei rifiuti organici, questa unità compatta consente di gestire la maggior parte dei rifiuti prodotti a livello domestico.
2. Modello a porta singola. Questa versione incorpora tutte le funzionalità dell'unità base e include inoltre kit di coltivazione basati sul suolo. Dotato di vari sensori IoT, il modello a porta singola consente il monitoraggio preciso delle condizioni ambientali per garantire una crescita ottimale delle piante. Contiene vassoi per il suolo in grado di ospitare sei capsule vegetali, che rappresentano un elemento chiave del sistema complessivo di *City Harvest*.

Artificial Intelligence (AI) Integration: Olive

Within Food Connect Analytics, AI integration would take shape in the form of a predictive AI model that can serve as a buddy named 'Olive' for the users. Olive will serve three main objectives:

1. Predictive Modelling for Food Security and Distribution. Olive can analyse historical and real-time data from Food Connect to forecast future food production and consumption trends. By understanding seasonal patterns and urban agricultural output, Olive will optimise food distribution across the city, ensuring that supply meets demand while minimising waste. This helps to create efficient delivery routes, reducing emissions, and improving overall food security.
2. Personalised Recommendations for Urban Gardeners. Olive leverages

data from Harvest Kits and Harvest Hubs to provide users with tailored gardening advice. By analysing local conditions like temperature, humidity, and soil quality, Olive will suggest optimal planting times, watering schedules, and nutrient needs. This personalised guidance enhances crop yields and makes urban farming more accessible and effective.

3. Real-Time Monitoring and Anomaly Detection. Olive continuously monitors data from sensors across the Food Connect network, using machine learning to detect anomalies such as sudden changes in soil moisture or plant growth. When irregularities are found, the system can alert users or automatically adjust conditions, ensuring the sustainability and resilience of urban food production.

3. Modello a doppia porta. La versione a doppia porta è una versione ad alta capacità del modello a porta singola. Permette di coltivare il doppio delle piante e di immagazzinare i rifiuti alimentari essiccati in un compartimento più grande per un periodo massimo di un mese, prima che vengano raccolti e portati alla struttura di compostaggio ad alto contenuto nutritivo.

Tutti i modelli sono dotati di luci per la crescita delle piante, un sistema di irrigazione passivo con stoppini che forniscono anche nutrienti alle piante tramite la camera per eco-enzimi, vassoi modulari per il suolo e una ventola di scarico per la circolazione dell'aria. I sensori misurano luce, livello di pH, salinità, temperatura e umidità. Il supporto all'agricoltura IoT tramite l'assistente AI 'Olive' è integrato, utilizzando dati raccolti dai sensori e approfondimenti dalla piattaforma digitale. Per facilità d'uso, il *kit* include un pannello di controllo con vetro intelligente per contenere la luce intensa e cassetti per i rifiuti organici operati da pulsanti. La maggior parte delle operazioni è automatizzata e può essere controllata tramite un'app sul telefono dell'utente.

Pilastro #3: Centri del Raccolto

I Centri del Raccolto rappresentano un approccio innovativo all'agricoltura urbana, sfruttando il potenziale non utilizzato delle facciate degli edifici e degli spazi stradali.

Principi di Design

I Centri del Raccolto sono progettati con l'obiettivo principale di massimizzare la produzione alimentare in aree che altrimenti

Pillar #2: Harvest Kits

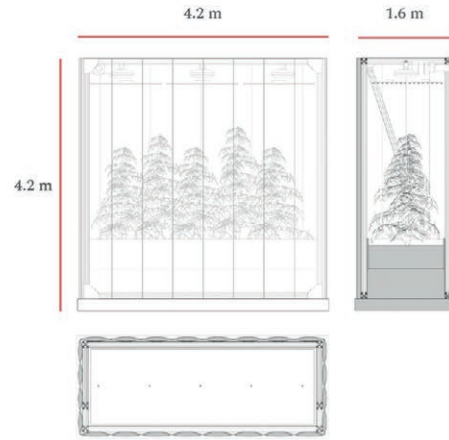
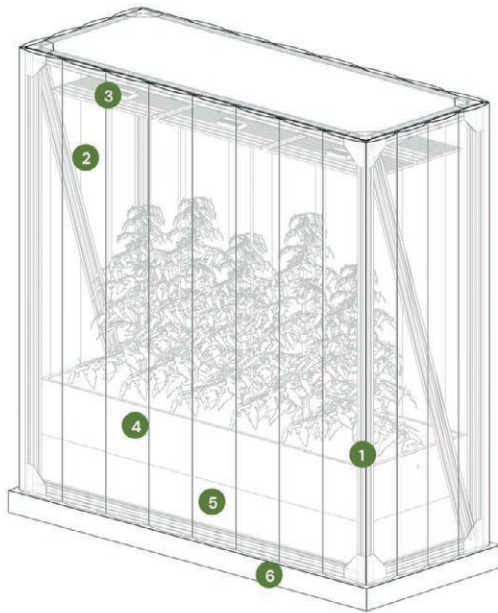
The Harvest Kit is a residential indoor soil-based growing kit that integrates a food waste dehydrator and eco-enzyme chamber. By empowering residents to grow food locally and manage organic waste effectively, it contributes to building resilient and sustainable communities. This can transform urban agriculture and foster a more equitable and environmentally conscious food system.

Design principles

The Harvest Kit makes use of IoT technology, modularity, and circular design principles for various residential needs (Figure 6). It includes a modular soil tray that is easy to handle and can be returned to the high nutrient composting facility to be replaced by a new one with nutrient rich soil and seeds, or replaced with soil trays containing

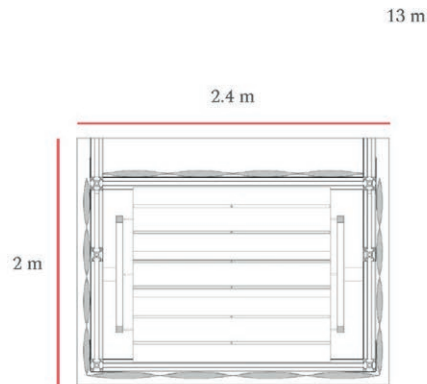
plants from the harvest hubs connecting all the components of the City Harvest's product ecosystem.

The eco-enzyme chamber uses organic waste and produces natural pesticides and fertilisers, reducing the need for harmful chemicals to grow vegetables at home. This eco-enzyme can also be used as a household cleaning agent, which is sustainable and harmless to the environment. By decentralising food production and nutrient recycling, the kit contributes to reducing carbon emissions and promoting food resilience in urban areas. Moreover, its self-watering system and low maintenance requirements provide convenience and accessibility to users. Recycled steel, recycled aluminium, bio-waste recycled panels, and bio-based waterproof composite are some of the main materials used. The product has an inlet and outlet



- (1) 10X10 cm Extruded Aluminum | 07
- (2) 2 layer ETFE foil cushion
- (3) 480W Grow light bars
- (4) 50 cm soil bed
- (5) 2500 liter water reservoir
- (6) 20 cm concrete base

- (1) 10X10 cm Extruded Aluminum
- (2) 2 layer ETFE foil cushion
- (3) Conveyor Mechanism
- (4) Aluminum Grow Tray
- (5) Conveyor belt and Gear
- (6) 20 cm concrete base



for water, and a connection for the electrical line. The distribution of organic fertiliser, i.e., the eco-enzymes, occurs through the plumbing system connected to the water wicking watering system.

Product range
 The smallest product in the range serves a crucial role in organic waste management and sustainable household practices. Specifically designed for eco-enzyme production and or-

ganic waste processing, this compact unit helps deal with most of the organic waste produced at household level. By transforming organic waste into eco-enzymes, users can contribute to a healthier environment and reduce

their dependency on chemical-based fertilisers and pesticides for their indoor grown vegetables. The single door model, which encompasses all the functions of the smallest unit, as well as additional soil-based

rimarrebbero inutilizzate. L'idea prevede l'implementazione di moduli agricoli urbani automatizzati, strategicamente collocati sia sugli edifici che lungo le strade, per utilizzare efficacemente lo spazio disponibile e contribuire alla produzione alimentare locale. Questa flessibilità non solo offre una soluzione alla scarsità di cibo, ma promuove anche la sostenibilità e la resilienza comunitaria in diversi tipi di ambienti urbani sottoutilizzati (Fig. 7).

Modularità

Modulo 1: Dedicato al miglioramento del paesaggio urbano, questo modulo sfrutta le opportunità disponibili lungo le strade. Posizionato direttamente sul piano stradale, è un modulo automatizzato per l'agricoltura urbana basata sul suolo, in grado di produrre cibo tutto l'anno. Utilizzando un sistema di irrigazione a stoppino, questo modulo alimenta efficacemente varie verdure, tra cui pomodori, carote e altro. La sua presenza non solo aggiunge verde agli ambienti urbani, ma contribuisce anche alla sicurezza alimentare locale rendendo accessibili prodotti freschi durante tutto l'anno.

Modulo 2: Progettato specificamente per sfruttare le facciate degli edifici, questo modulo automatizzato, basato sul suolo, utilizza un sistema a nastro trasportatore per l'agricoltura urbana tutto l'anno. Impiegando un sistema di irrigazione a sprinkler, nutre in modo efficiente un'ampia varietà di verdure a foglia verde, come spinaci, lattuga, cavolo riccio e altro. Integrandosi perfettamente con l'architettura degli edifici, il Modulo 2 non solo migliora l'estetica, ma promuove anche la sostenibilità e l'autosufficienza alimentare nelle comunità urbane.

growing kits, further enhances its utility. Equipped with various IoT sensors, the single door model enables precise monitoring of environmental conditions, ensuring optimal plant growth. The inclusion of soil trays capable of accommodating six plant pods are important units that play a part in City Harvest's overall system.

The double door model is a higher capacity version of the single shelf model. It can grow twice the amount of plants and has the capacity to store the dehydrated organic food waste in a larger compartment for up to a month before it can be collected and taken to the high nutrient composting facility.

The plants are supported by growth lights; a passive form of watering system through water wicks that also delivers nutrients to the plants as required from the eco-enzyme storage chamber below; a modular soil tray;

and an exhaust fan to circulate air. Sensors are provided to measure light, pH level, salinity, temperature and humidity. IoT farming support through AI buddy "Olive" is provided using data collected by sensors and general insights from the digital platform. For ease of usage, an interface panel to operate the kit is provided with smart tint glass to contain the bright grow light and button-operated organic waste receptacles. Most of the operations are automated and can be controlled through the app on the user's phone.

Pillar #3: Harvest Hubs

Harvest hubs are a forward-thinking approach to urban agriculture, capitalising on the untapped potential of building façades and street spaces.

Design Principles

The hubs are designed with the prima-

Struttura e Materiali

Il Modulo 2 è caratterizzato da un design sofisticato e modulare che prevede:

- Vassoi in alluminio: 38 vassoi perforati per ottimizzare il flusso d'aria e il drenaggio.
- Struttura in alluminio estruso: materiale leggero ma robusto per garantire durata, facilità di installazione e manutenzione.
- Sistema a parete continua: ottimizza l'utilizzo dello spazio trasferendo i carichi in modo efficiente attraverso la struttura esistente dell'edificio, riducendo la necessità di elementi di supporto aggiuntivi.
- Rivestimento esterno in membrana ETFE (etilene tetrafluoroetilene): rinomato per trasparenza, durabilità e proprietà termiche. Questa membrana agisce come una copertura protettiva, permettendo l'ingresso di luce naturale e creando un ambiente controllato per la coltivazione tutto l'anno.

Grazie alla sua modularità, il *design* del Modulo 2 consente scalabilità e adattabilità a diversi ambienti urbani. La struttura versatile può essere personalizzata per adattarsi a varie facciate di edifici, massimizzando l'utilizzo dello spazio disponibile e promuovendo iniziative di inverdimento urbano (Fig. 8).

Conclusioni

Gli esperti stimano che lo stato attuale del suolo agricolo contenga nutrienti sufficienti solo per circa 60 raccolti futuri. Con un sistema globale che si basa sull'agricoltura per nutrire l'umanità e il bestiame, garantire la resilienza del suolo è fonamen-

ry goal of maximising food production in areas that would otherwise go unused. The vision includes implementation of automated urban farming modules, strategically placed on both buildings and streets, to efficiently use available space and contribute to local food production. This flexibility not only provides a solution for food scarcity but also promotes sustainability and community resilience in different types of underutilised urban environments (Fig. 7).

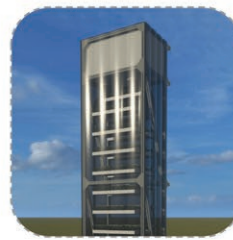
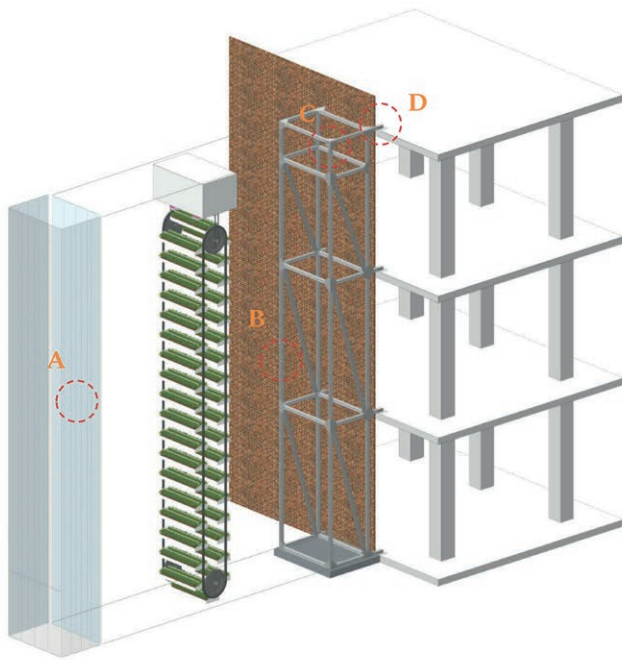
Modularity

Module 1 is dedicated to enhancing the street scape by harnessing available opportunities. Positioned directly on the street, it serves as an automated, soil-based urban farming module capable of year-round food production. Utilising a wick irrigation system, this module efficiently nourishes various

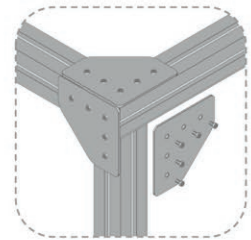
vegetables, including tomatoes, carrots, and more. Its presence not only adds greenery to urban environments, but also contributes to local food security by making fresh produce accessible throughout the year.

Module 2 is designed to specifically target building façades, leveraging their vertical space for urban farming. This automated, soil-based conveyer belt module operates year-round, offering a consistent supply of fresh produce. Employing a sprinkler irrigation system, it efficiently nurtures a variety of leafy greens, including spinach, lettuce, kale, and more. By integrating seamlessly into the architecture of buildings, Module 2 not only enhances aesthetic appeal but also promotes sustainability and food self-sufficiency within urban communities. Module 2 also features a sophisticated tray design comprising 38 aluminium trays, each

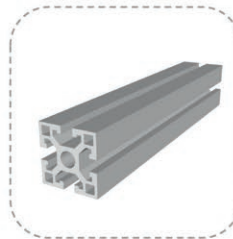
Structure & Material



A.
ETFE Membrane



C.
T-Slot Joint



B.
Extruded Aluminum



D.
Slab to structure joint

CITY HARVEST

tale per fornire un sistema alimentare sostenibile nel futuro. Creando strutture locali e decentralizzate per la gestione dei rifiuti alimentari, i quartieri possono dotarsi di suolo ad alto contenuto nutritivo per la produzione alimentare, riducendo al contempo le emissioni di gas serra provenienti dalle discariche e dalla distribuzione.

La gestione sostenibile dei rifiuti alimentari offre inoltre opportunità uniche per:

- il risanamento del suolo nelle aree rurali;

meticulously crafted with perforations to optimise airflow and drainage.

Structure and Material

The structural integrity of Module 2 is paramount, achieved by using extruded aluminium for its framework. This lightweight yet robust material ensures durability, while facilitating installation and maintenance. Following the principles of a curtain wall system, the structural design optimises space utilisation by transferring loads efficiently through the existing building structure, minimising the need for additional support elements. The outer skin of Module 2 is composed of an ETFE (ethylene tetrafluoroethylene) membrane, renowned for its transparency, durability, and thermal properties. This material acts as a protective cover for the structure, shielding it from external elements while

allowing ample natural light to permeate through. By creating a controlled environment conducive to year-round growing, the ETFE membrane enables Module 2 to thrive in diverse weather conditions, ensuring consistent and optimal growing conditions for the cultivated plants. Furthermore, the modular design of Module 2 allows for scalability and adaptability to different urban environments. Its versatile structure can be tailored to fit various building façades, maximising the use of available space and promoting urban greening initiatives (Fig. 8).

Conclusions

Experts estimate that the current health of topsoil used for agriculture contains only enough nutrients left for approximately 60 harvests. With a global system that relies on agriculture to feed humans and livestock,

- la creazione di reti micorriziche urbane;
- lo sviluppo di prodotti basati sugli eco-enzimi.

Una trasformazione a livello di sistema richiede un approccio completo e multidimensionale. *City Harvest* mira quindi a risolvere questa problematica attraverso tre interventi essenziali:

1. Agricoltura urbana;
2. Rigenerazione del suolo;
3. Connessioni sociali attraverso l'integrazione degli spazi digitali e fisici.

ensuring the resiliency of soil health is critical to providing a sustainable food system for the future. By creating local, decentralised facilities to manage food waste, neighbourhoods can supply themselves with high nutrient soil for food production, while reducing GHGs from landfills and distribution. Sustainable management of food waste also provides unique opportunities for rural soil remediation, building urban mycorrhizal networks, and creating eco-enzyme-based products.

A transformation at the systems level needs a comprehensive and multifaceted approach. Hence, *City Harvest* aims to tackle the issue through three essential interventions: Urban farming, Soil regeneration, and Social connections through digital and physical space integration. As an integrated hub in the neighbourhood, *City Harvest* aims to supply 80% of St. Lawrence

neighbourhood's annual vegetable production by 2035. Also, the platform design enables to measure local indicators and sub-targets of the Sustainable Development Goal (SDG)#2 for Zero Hunger and SDG#11 for Sustainable Communities.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank to St. Lawrence Neighbourhood Association, Luigi Ferrara, Jacob Kessler, Derek Chezzi, Sarah Leach, Monica Contreras, Bernhard Dietz, Susan Speigel, Graeme Kondruss, Job Rutgers, Derwyn Goodall, Tansu Acimert, Ian Chalmers and Sandhya Casson for their valuable efforts and feedback for the project.

NOTES

¹ https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2017/11/9787-TO_Prosperty_Final2015-reduced.pdf

Come un *hub* integrato a livello di quartiere, *City Harvest* punta a fornire l'80% della produzione annuale di verdure per il quartiere di St. Lawrence entro il 2035. Inoltre, il *design* della piattaforma consente di misurare indicatori locali e sotto-obiettivi dell'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile (SDG) #2 per Zero Fame e #11 per Comunità Sostenibili.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare la *St. Lawrence Neighborhood Association*, Luigi Ferrara, Jacob Kessler, Derek Chezzi, Sarah Leach, Monica Contreras, Bernhard Dietz, Susan Spiegel, Graeme Kondruss, Job Rutgers, Derwyn Goodall, Tansu Acimert, Ian Chalmers e Sandhya Casson per i loro preziosi contributi, sforzi e *feedback* forniti al progetto.

NOTE

¹ https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2017/11/9787-TO_Prospereity_Final2015-reduced.pdf

² <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2018/hl/bgrd/backgroundfile-118057.pdf>

³ <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2021/ec/bgrd/backgroundfile-170565.pdf>

⁴ <https://www.toronto.ca/city-government/accountability-operations-customer-service/long-term-vision-plans-and-strategies/reconciliation-action-plan/>

⁵ <https://montreal.ca/en/articles/montreal-common-innovating-together-to-reimagine-city-15119>

² <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2018/hl/bgrd/backgroundfile-118057.pdf>

³ <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2021/ec/bgrd/backgroundfile-170565.pdf>

⁴ <https://www.toronto.ca/city-government/accountability-operations-customer-service/long-term-vision-plans-and-strategies/reconciliation-action-plan/>

⁵ <https://montreal.ca/en/articles/montreal-common-innovating-together-to-reimagine-city-15119>

REFERENCES

City of Toronto, (2017), *Food Insecurity Report*. Available at: <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2017/hl/bgrd/backgroundfile-107929.pdf>.

Cummins, S. and Macintyre, S. (2002), "Food deserts – evidence and assumption in health policy

Making", *The BMJ*, Vol.325, pp.436-438, Available at: <https://doi.org/10.1136/bmj.325.7361.436>.

Gonzales, P. (2012), *Have food deserts turned into food swamps?*, Berkeley Media Studies Group, Available at: <https://www.bmsg.org/have-food-deserts-turned-into-food-swamps/>.

Harper, S. L., Schnitter, R., Fazil, A., Fleury, M., Ford, J., King, N., Lesnikowski, A., McGregor, D., Paterson, J., Smith, B., and Neufeld, H. T. (2022), "Food Security and Food Safety", in Berry, P. and Schnitter, R. (Eds), *Health of Canadians in a Changing Climate: Advancing our Knowledge for Action*, Ottawa, Government of Canada.

Igini, M. (2023), *Top 7 Vertical Farming Companies in the World*, Available at: <https://earth.org/vertical-farming-companies/>.

Lovell, A. (2022), *Quebec leads indoor urban agriculture trend*, *Country Guides News*, Available at: <https://www.country-guide.ca/news/quebec-leads-indoor-urban-agriculture-trend/> (Accessed on 09/09/2023).

Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L., Benton, T., Herrero, M., Krishnapillai, M., and Xu, Y. (2019), "Food security", in Shukla, P., Skea, J., Calvo Buendia, E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Malley J. (Eds), *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Available at: <https://www.ipcc.ch/srcl/>.

Myers, S.S., Smith, M.R., Guth, S., Golden, C.D., Vaitla, B., Mueller, N.D. and Huybers, P. (2017), "Climate change and global food systems: potential impacts on food security and undernutrition", *Annual Review of Public Health*, Vol. 38, pp. 259-277. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044356>.

Negrello, M. (2024), "Indoor urban agriculture: from innovative design experimentation to standardisation", *TECHNE – Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 27, pp. 81-88. Available at: <https://doi.org/10.36253/techne-15136>.

Orsini, F. (2022), "Food Vertigo. Processes and devices for metropolitan food resilience", *TECHNE – Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 23, pp. 104-116. Available at: <https://doi.org/10.36253/techne-12139>.

Shaw, J. (2003), *The Ecology of Food Deserts* (PhD Thesis), The University of Leeds School of Geography.

Stahlbrand L. and Roberts W., (2022), "Critical Food Guidance in Action: The History of the Toronto Food Policy Council", *Canadian Food Studies*, Vol. 9, n.1, pp.69-86.

Todd J. and Todd N., (1994), *From Eco-Cities to Living Machines: Principles of Ecological Design*, North Atlantic Books.