



GREENMOBILITY

Lifelong Learning on sustainable urban mobility



GREENMOBILITY

Lifelong Learning on sustainable urban mobility

GREENMOBILITY

**Modulo n. 3 – Soluzioni di mobilità sostenibile e veicoli
ad alta efficienza energetica**

Modulo n. 3 - Soluzioni di mobilità sostenibile e veicoli ad alta efficienza energetica

1. Introduzione

Le soluzioni di mobilità sostenibile e i veicoli efficienti dal punto di vista energetico mirano ad affrontare le problematiche ambientali riducendo l'impatto dei trasporti sul cambiamento climatico e promuovendo un uso più efficiente delle risorse.

Per mobilità sostenibile si intende lo sviluppo e l'implementazione di soluzioni di trasporto che soddisfino le esigenze attuali della società senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze. Comprende un approccio olistico al trasporto che considera le dimensioni economica, sociale e ambientale. Le soluzioni di mobilità sostenibile mirano a ridurre al minimo gli impatti negativi dei trasporti, come l'inquinamento atmosferico, le emissioni di gas serra, la congestione e l'esaurimento delle risorse. I veicoli ad alta efficienza energetica sono progettati per massimizzare l'uso delle risorse energetiche, riducendo al minimo gli sprechi e l'impatto ambientale. Nel contesto dei trasporti, l'efficienza energetica si riferisce tipicamente a veicoli in grado di percorrere distanze maggiori o di svolgere più lavoro con la stessa quantità di energia immessa. L'obiettivo è ridurre il consumo di carburante, le emissioni e la dipendenza da fonti energetiche non rinnovabili (Grzesiuk, et.al., 2023).

Sia le soluzioni di mobilità sostenibile che i veicoli ad alta efficienza energetica svolgono un ruolo cruciale nel mitigare l'impatto ambientale, ridurre le emissioni di gas serra e creare ambienti urbani più resilienti e vivibili. Sono componenti integrali degli sforzi di transizione verso un sistema di trasporto più sostenibile e rispettoso dell'ambiente.

Questi due fattori rappresentano un vero e proprio cambiamento verso soluzioni di trasporto ecologiche e tecnologicamente avanzate. Gli elementi chiave delle opzioni di mobilità sostenibile e intelligente sono: (1) trasporto pubblico: sistemi di trasporto pubblico efficienti e accessibili, compresi autobus, treni, tram e metropolitane, per ridurre la dipendenza dai veicoli privati; (2) trasporto attivo: incoraggiare gli spostamenti a piedi e in bicicletta come modalità di trasporto valide, con infrastrutture ben progettate come piste ciclabili e percorsi pedonali; (3) ride-sharing e carpooling: servizi di mobilità condivisa che ottimizzano l'uso dei veicoli, riducendo il numero complessivo di veicoli in circolazione; (4) soluzioni di micromobilità: scooter elettrici, biciclette e altri mezzi di trasporto compatti e condivisi per gli spostamenti a breve distanza nelle aree urbane; (5) piattaforme di mobilità integrata: piattaforme intelligenti e connesse che integrano varie modalità di trasporto, consentendo agli utenti di pianificare, prenotare e pagare viaggi multimodali senza soluzione di continuità. Infine, diverse opzioni riguardano veicoli meno inquinanti, come i veicoli elettrici (EV), i veicoli ibridi, i carburanti alternativi e i veicoli a celle a combustibile (Lam, & Head, 2012; Grzesiuk, et.al., 2023).

Esistono diverse strategie per rendere i veicoli più efficienti dal punto di vista energetico: (1) standard di efficienza del carburante: regolamenti e standard che promuovono veicoli in grado di percorrere distanze più lunghe con un minor consumo di carburante; (2) materiali leggeri: uso di materiali avanzati per ridurre il peso dei veicoli, migliorando l'efficienza dei consumi; (3) sistemi di propulsione avanzati: tecnologie innovative, tra cui il freno rigenerativo, i sistemi start-stop e la fasatura variabile delle valvole, per ottimizzare l'uso dell'energia; (4) telematica e analisi dei dati: tecnologie intelligenti che consentono il monitoraggio in tempo reale delle prestazioni del veicolo, permettendo una manutenzione predittiva e modelli di guida efficienti; (5) tecnologie di controllo delle emissioni: tecnologie avanzate nei veicoli tradizionali che riducono le emissioni nocive, come i filtri antiparticolato e le marmitte catalitiche (Bertoldi, 2022).

La combinazione di questi aspetti consente di creare un sistema di trasporto ecologicamente responsabile e tecnologicamente avanzato, contribuendo a mitigare i cambiamenti climatici e a migliorare la qualità dell'aria e la vivibilità urbana complessiva.

2. ● Obiettivi e risultati dell'apprendimento ●

Le soluzioni di mobilità sostenibile e i veicoli ad alta efficienza energetica sono elementi essenziali per affrontare le sfide ambientali e creare una mobilità più sostenibile. Sviluppare competenze, abilità e conoscenze specifiche in questo campo è essenziale non solo per le e i professionisti che lavorano nel settore, ma anche per il pubblico in generale, in quanto permette di comprendere e promuovere la pianificazione del trasporto sostenibile a livello cittadino.

Obiettivi dell'apprendimento:

- Comprendere il concetto di mobilità sostenibile e la sua importanza nei sistemi di trasporto urbano.
- Identificare i quattro livelli di intervento proposti dal dottor Ny per la transizione verso la mobilità sostenibile: politica e incentivi, utenti e mercato, veicoli e infrastrutture e fornitura di energia e materiali.
- Riconoscere il ruolo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) nel promuovere il trasporto urbano sostenibile.
- Esplorare esempi di iniziative di trasporto urbano sostenibile, come il sistema YouBike di Taipei, e analizzare la loro applicazione dei quattro livelli del dottor Ny.
- Esaminare i principi e le strategie associate al Green Transportation System Oriented Development (GTOD) e il suo ruolo nella creazione di ambienti urbani sostenibili.

- Comprendere la prospettiva orientata all'utente nella pianificazione territoriale per il trasporto urbano sostenibile e le sue implicazioni per i sistemi di trasporto.
- Esplorare i vari tipi di veicoli ad alta efficienza energetica e i loro vantaggi nel ridurre le emissioni e il consumo di carburante.
- Identificare gli ostacoli alla diffusione di veicoli efficienti dal punto di vista energetico e le potenziali soluzioni per superarli.

Risultati di apprendimento

Le classi saranno in grado di:

- Spiegare il concetto di mobilità sostenibile e il suo ruolo nell'affrontare le sfide del trasporto urbano.
- Analizzare e valutare le politiche e le iniziative in materia di trasporti utilizzando il quadro di riferimento del dottor Ny che prevede quattro livelli di intervento.
- Valutare il ruolo delle TIC nella promozione di soluzioni di trasporto urbano sostenibile e la loro efficacia nel migliorare la mobilità.
- Valutare casi di studio, come il sistema YouBike di Taipei, in termini di allineamento con i principi della mobilità sostenibile e di impatto sul trasporto urbano.
- Applicare i principi del GTOD in scenari di pianificazione urbana per creare ambienti urbani più sostenibili e accessibili.
- Progettare piani di utilizzo del territorio che diano priorità alle esigenze e alle preferenze degli utenti per migliorare la sostenibilità e l'inclusività dei sistemi di trasporto.
- Confrontare i diversi tipi di veicoli ad alta efficienza energetica e i loro benefici per l'ambiente.

- Identificare le sfide che ostacolano l'adozione diffusa di veicoli efficienti dal punto di vista energetico e di proporre soluzioni per affrontarle in ambito urbano.

3. Contenuti

Capitolo 1. Transizione verso una mobilità urbana sostenibile e uso delle TIC

Il Dr. Ny, leader del team di ricerca e professore associato di Sviluppo strategico sostenibile, afferma che la transizione verso la mobilità sostenibile è possibile se si lavora a 4 livelli: (1) politica e incentivi, (2) utenti e mercato, (3) veicoli e infrastrutture, (4) energia e fornitura di materiali (Ny, 2017).



Transition Possible! At several levels

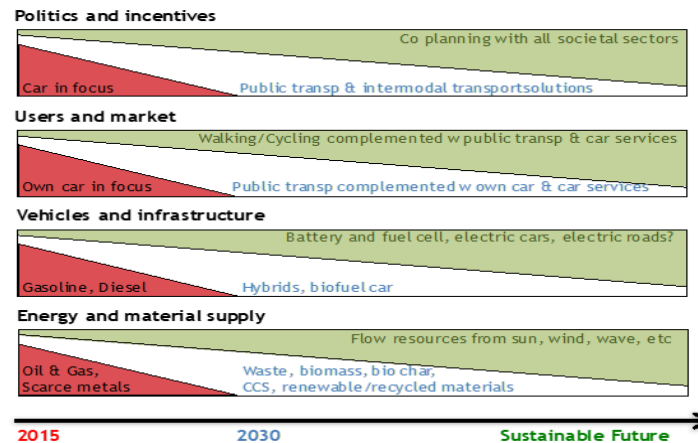


Figura 1. Concetti di Transition Possible! At several levels (Ny, 2017, p.5).

Il dottor Ny suggerisce un approccio globale per affrontare le molteplici sfide associate alla sostenibilità dei trasporti e propone di passare alla mobilità sostenibile lavorando su quattro livelli: politica e incentivi, utenti e mercato, veicoli e infrastrutture, energia e approvvigionamento di materiali.

Politiche e incentivi: questo livello si concentra sui quadri normativi, sulle politiche e sugli incentivi che possono guidare la transizione verso la mobilità sostenibile. Può includere misure come sussidi per i veicoli elettrici, normative sulle emissioni, politiche di pianificazione urbana che diano priorità al trasporto pubblico e alle modalità di trasporto non motorizzate e schemi fiscali che scoraggino le pratiche non sostenibili.

Utenti e mercato: questo livello sottolinea l'importanza di comprendere il comportamento e le preferenze degli utenti e di modellare le dinamiche di mercato per promuovere le opzioni di mobilità sostenibile. Le strategie in questo caso potrebbero prevedere campagne di sensibilizzazione del pubblico per incoraggiare un cambio di modalità, la promozione di servizi di mobilità condivisa come il car-sharing e il bike-sharing e la promozione di una cultura della sostenibilità attraverso l'educazione e le iniziative sociali.

Veicoli e infrastrutture: questo livello si concentra sugli aspetti tecnologici, tra cui lo sviluppo di veicoli più puliti ed efficienti e la creazione di infrastrutture a loro supporto. Si potrebbe investire in stazioni di ricarica per veicoli elettrici, espandere le reti di trasporto pubblico, migliorare le piste ciclabili e le infrastrutture pedonali e implementare sistemi di trasporto intelligenti per una migliore gestione del traffico.

Fornitura di energia e materiali: la mobilità sostenibile dipende anche dalla disponibilità di fonti energetiche rinnovabili e di materiali ecologici. Questo livello prevede la transizione verso fonti di energia rinnovabili per l'alimentazione dei veicoli, la riduzione dell'impronta ambientale dei processi produttivi e la promozione dell'uso di materiali riciclati per la produzione dei veicoli.

Affrontando questi quattro livelli contemporaneamente, l'approccio del dottor Ny riconosce l'interconnessione dei vari fattori che influenzano la sostenibilità della mobilità e mira a creare una strategia olistica per realizzare sistemi di trasporto sostenibili a lungo termine. Questo approccio richiede la collaborazione di politici, operatrici/operatori del settore, ricercatrici/ricercatori e comunità per implementare soluzioni efficaci e promuovere un cambiamento significativo.

Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) svolgono un ruolo cruciale nel promuovere il trasporto urbano sostenibile, in quanto facilitano lo sviluppo di soluzioni di mobilità efficienti, convenienti e rispettose dell'ambiente. Ecco alcuni modi in cui le TIC contribuiscono al trasporto urbano sostenibile:

1. **Sistemi di trasporto intelligenti:** le TIC consentono lo sviluppo e l'implementazione di sistemi di trasporto intelligenti, che integrano varie tecnologie come sensori, GPS e reti di comunicazione per ottimizzare il flusso del traffico, ridurre la congestione e migliorare l'efficienza complessiva delle reti di trasporto. Questi sistemi possono fornire informazioni sul traffico in tempo reale, ottimizzare i percorsi del trasporto pubblico e coordinare le modalità di trasporto per ridurre al minimo l'impatto ambientale.
2. **Integrazione multimodale:** le TIC facilitano l'integrazione di diverse modalità di trasporto, tra cui il trasporto pubblico, la bicicletta, gli spostamenti a piedi e i servizi di ride-sharing, in reti di mobilità interconnesse e senza soluzione di continuità. Le applicazioni mobili e le piattaforme digitali consentono alle e ai cittadini di accedere alle informazioni sulle varie opzioni di trasporto, pianificare i loro viaggi e pagare i servizi, incoraggiando l'uso di modalità di trasporto sostenibili e riducendo la dipendenza dalle auto private.
3. **Ride-sharing e carpooling:** le piattaforme TIC hanno permesso la diffusione dei servizi di ride-sharing e carpooling, consentendo agli individui di condividere i viaggi e ridurre il numero di veicoli in circolazione. Mettendo in contatto i passeggeri con i conducenti che si dirigono nella stessa direzione, questi servizi ottimizzano l'occupazione dei veicoli, alleviano la congestione e riducono le emissioni di carbonio associate al trasporto.
4. **Mobilità come servizio (MaaS):** le piattaforme MaaS sfruttano le TIC per offrire soluzioni di mobilità integrate che combinano vari servizi di trasporto in un'unica interfaccia incentrata sull'utente. Attraverso le app MaaS, gli utenti possono accedere a una serie di opzioni di trasporto, tra cui il trasporto pubblico, il ride-sharing, il bike-sharing e l'autonoleggio, e pianificare e pagare senza problemi i loro viaggi. Il MaaS promuove il trasporto urbano sostenibile incoraggiando il cambio di modalità e riducendo la necessità di possedere un'auto privata.

5. **Infrastruttura dei veicoli elettrici:** le TIC svolgono un ruolo fondamentale nel supportare le infrastrutture per i veicoli elettrici (EV), comprese le stazioni di ricarica e i sistemi di rete intelligente. Grazie alle stazioni di ricarica abilitate all'IoT e alle app mobili, i conducenti di veicoli elettrici possono localizzare i punti di ricarica, monitorare lo stato di ricarica e programmare le sessioni di ricarica, facilitando l'adozione dei veicoli elettrici e riducendo la dipendenza dai combustibili fossili.
6. **Analisi dei dati e supporto alle decisioni:** le TIC consentono la raccolta, l'analisi e la visualizzazione dei dati sui trasporti, fornendo preziose informazioni ai responsabili politici e agli urbanisti per ottimizzare i sistemi di trasporto e informare il processo decisionale. Sfruttando l'analisi dei big data e la modellazione predittiva, le città possono identificare i modelli di traffico, ottimizzare gli investimenti nelle infrastrutture e progettare politiche di trasporto urbano sostenibili.

In sintesi, le TIC fungono da fattore abilitante per il trasporto urbano sostenibile, migliorando la connettività, promuovendo l'integrazione multimodale, facilitando il ride-sharing e il carpooling, consentendo la Mobility as a Service, supportando l'infrastruttura dei veicoli elettrici e fornendo approfondimenti basati sui dati per un processo decisionale informato. Sfruttando le soluzioni TIC, le città possono creare sistemi di trasporto più efficienti, accessibili ed ecologici per affrontare le sfide della mobilità urbana e promuovere lo sviluppo sostenibile.

Una *smart city* è un'area urbana tecnologicamente moderna che utilizza diversi tipi di metodi elettronici e sensori per raccogliere dati specifici. Le città intelligenti utilizzano le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) per migliorare l'efficienza operativa, condividere le informazioni con il pubblico e fornire una migliore qualità dei servizi governativi e del benessere delle e dei cittadini. L'obiettivo principale di una città intelligente è quello di ottimizzare le funzioni cittadine e promuovere la crescita economica, migliorando al contempo la qualità della vita delle e dei cittadini attraverso l'utilizzo di tecnologie intelligenti e l'analisi dei dati, come la mobilità sostenibile attraverso veicoli orientati alla

condivisione, infrastrutture di facile utilizzo e un sistema di pagamento elettronico unificato. Inoltre, le città intelligenti sfruttano dispositivi a energia condivisa e costruiscono una rete unificata basata sull'energia sostenibile per ridurre al minimo la fornitura di materiali. Le città intelligenti non sono solo un fenomeno globale inarrestabile, ma anche un valido strumento per rendere le città sostenibili.

Il sistema Taipei YouBike di Taiwan è un buon esempio di trasporto urbano sostenibile che illustra l'applicazione dei 4 livelli di intervento del Dr. Ny per la transizione verso un trasporto urbano sostenibile. Fornisce servizi di noleggio biciclette in tutta la città con un sistema di gestione elettronica. La città di Taipei ospita 1322 stazioni YouBike che permettono agli utenti di noleggiare una bicicletta in un luogo e restituirla in un altro (Taiwan The Heart of Asia, 2022). Queste stazioni multiple coprono le aree dove il trasporto pubblico non è disponibile. YouBike è un sistema elettronico, non presidiato e automatizzato di biciclette pubbliche che fornisce servizi di noleggio e riconsegna da un luogo a un altro 24 ore su 24. Il sistema è caratterizzato da un funzionamento di qualità, biciclette confortevoli, facilità di registrazione e di utilizzo e molteplici opzioni di noleggio e restituzione che consentono al pubblico di noleggiare e restituire rapidamente le biciclette (Figura 2). YouBike può raggiungere facilmente qualsiasi vicolo dell'area urbana in qualsiasi momento, incoraggiando quindi le persone a cambiare le proprie abitudini di viaggio e rendendo gli spostamenti più convenienti. Inoltre, coinvolge tutte le generazioni a utilizzare il sistema di trasporto pubblico per ridurre la congestione del traffico, risparmiando energia e creando un ambiente di trasporto sostenibile e intelligente per sviluppare uno stile di vita rispettoso dell'ambiente e una cultura del pendolarismo verde (YouBike, n.d.).

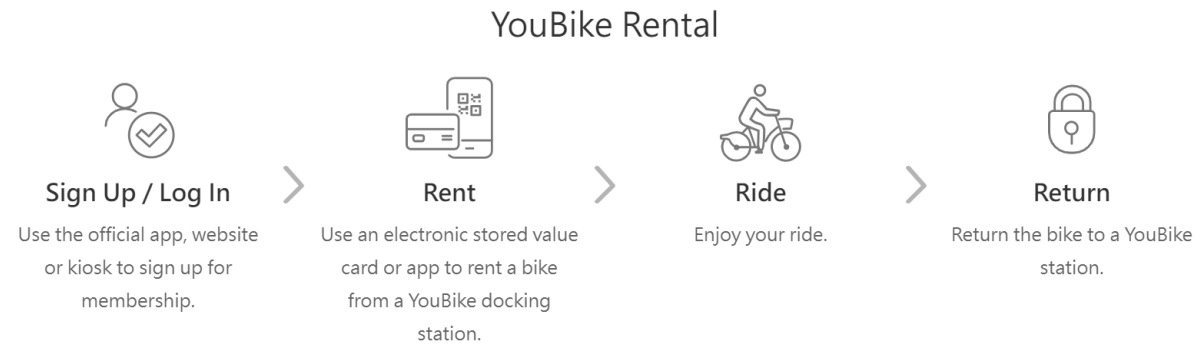


Figura 2. Il diagramma del processo di noleggio di YouBike (YouBike, n.d.).

(1) Politica e incentivi

Da un punto di vista politico, il sistema YouBike è una collaborazione BOT tra il Dipartimento dei Trasporti della città di Taipei e il produttore locale di biciclette Giant. Sebbene sia stato lanciato nel 2009 nel distretto di Xinyi, il famoso centro direzionale di Taipei, questo servizio pubblico di bike-sharing ha avuto inizialmente un numero di utenti giornalieri inaspettatamente basso, che ha spinto il Dipartimento dei Trasporti della città di Taipei a espandere il sistema lungo le linee della metropolitana di Taipei e in diversi altri distretti (Mo, 2012). Il sistema fornisce anche incentivi agli utenti, ad esempio riducendo le tariffe (tra cui l'uso gratuito nei primi 30 minuti e l'adozione di pedaggi progressivi da 10 a 40 dollari taiwanesi). Nell'aprile 2015, il Dipartimento dei Trasporti di Taipei ha iniziato a far pagare agli utenti i primi 30 minuti di utilizzo, senza costi aggiuntivi (es. deposito annuale). Inoltre, è previsto un periodo di restrizione di 15 minuti per il rinnovo presso la stazione in cui è stata restituita la bicicletta (Sui, 2015). Questi incentivi hanno l'obiettivo di accelerare la lenta accettazione da parte degli utenti nella fase iniziale.

(2) Utenti e mercato

Dal punto di vista dell'utente, è importante che l'accessibilità sia semplice e intuitiva per facilitare la transizione. YouBike offre diversi modi per aprire un account (app ufficiale, tramite il sito web online o presso i punti adibiti) e metodi di pagamento semplici, ad esempio tramite la carta di credito elettronica o l'app, entrambe strategie efficaci per attirare gli utenti disposti a provare il servizio (YouBike1, n.d.). Per quanto riguarda le dimensioni del mercato a Taiwan, nel 2023 si contavano già 8 città, 3 contee e un parco scientifico con sistemi di biciclette disponibili a Taipei City, New Taipei City, Taoyuan City, Hsinchu County, Hsinchu City, Hsinchu Science Park, Miaoli County, Taichung City, Chiayi City, Tainan City, Kaohsiung City e Pingtung County (YouBike2, n.d.).

(3) Veicoli e infrastrutture

Le maggiori preoccupazioni per gli utenti riguardano l'alto tasso di guasti alle biciclette, la mancanza di queste ultime nelle stazioni, il parcheggio, la riparazione e la manutenzione (EBRD, n.d.). Le biciclette YouBike sono progettate per essere durevoli. Il design include un cuscino per il sedile che può essere facilmente regolato in altezza; i pneumatici ispessiti e i cerchi a doppio strato rendono le ruote durevoli e resistenti all'usura; le ruote anteriori hanno uno spessore di 60 cm circa e quelle posteriori di 66 cm circa, il che consente agli utenti di diverse corporature di mantenere facilmente in equilibrio. Il nuovo design della catena (velocità variabile a tre stadi) minimizza le possibilità di caduta della stessa; inoltre, la bicicletta può generare elettricità e accendere i fari durante la pedalata. Nel 2014, il sistema ha registrato 22 milioni di noleggi, il doppio rispetto agli 11 milioni del 2013, con 196 stazioni di noleggio che hanno fatto circolare 6.046 biciclette (Lee, 2014; BBC, 2015). A febbraio 2023, sono state stimate in totale 1.582 stazioni di noleggio YouBike 1.0 e 5.246 stazioni di noleggio YouBike 2.0 in tutta Taiwan, per un totale di 653 milioni di noleggi (Taiwan The Heart of Asia, 2022).

Oltre a un servizio eccellente e a tariffe ridotte, YouBike soddisfa diversi requisiti di qualità: 1) dispone di un sistema di gestione completo per le biciclette condivise, 2) utilizza la tecnologia dell'informazione, 3) richiede alti standard di qualità per la manutenzione delle infrastrutture (EBRD, n.d.). Per garantire le ottime condizioni e la qualità dei veicoli,

YouBike ha sviluppato un sistema di monitoraggio in tempo reale, in modo che le e i dipendenti possano controllare l'utilizzo di ciascun veicolo e garantirne la sicurezza. Inoltre, l'azienda adotta una programmazione dei turni di 24 ore e si appoggia a luoghi capienti per garantire la fornitura di veicoli. Ogni bicicletta deve essere ispezionata almeno una volta ogni due settimane; se una bici è stata utilizzata un centinaio di volte, viene bloccata dal sistema finché non viene sottoposta alla manutenzione ordinaria. I requisiti d'uso delle catene sono molto elevati, in quanto richiedono una percorrenza di oltre 12.000 chilometri nell'arco di 6 mesi. Per soddisfare questo requisito, YouBike ha modificato la composizione metallica della catena per rendere la tensione e l'indice di portanza superiori agli standard internazionali (12% in più) e ha aggiunto uno speciale rivestimento per aumentare di 5 volte l'effetto antiruggine.

(4) Fornitura di energia e materiali

Secondo l'azienda, ogni bicicletta ha un costo di circa 10.000 dollari taiwanesi (330 dollari USA) perché progettata per resistere a un uso frequente. Le bici di YouBike sono pensate per essere utilizzate in media 13 volte al giorno, quindi molto di più spesso rispetto all'uso quotidiano della maggior parte delle altre biciclette (Kao, 2014, p.13). Ogni bicicletta è dotata di un'etichetta RFID per la tracciabilità del veicolo e la prevenzione dei furti (Chang, 2009).

Capitolo 2. Uso del territorio orientato al sistema e all'utente per il trasporto ecologico

Il Green Transportation System Oriented Development (GTOD) è un approccio olistico alla pianificazione e allo sviluppo urbano che dà la priorità ai sistemi di trasporto sostenibili come elemento fondamentale per modellare l'ambiente. Questo concetto integra la pianificazione territoriale, lo sviluppo delle infrastrutture e le politiche di trasporto per creare città accessibili, vivibili e rispettose dell'ambiente. Ecco alcuni principi e strategie chiave del GTOD:

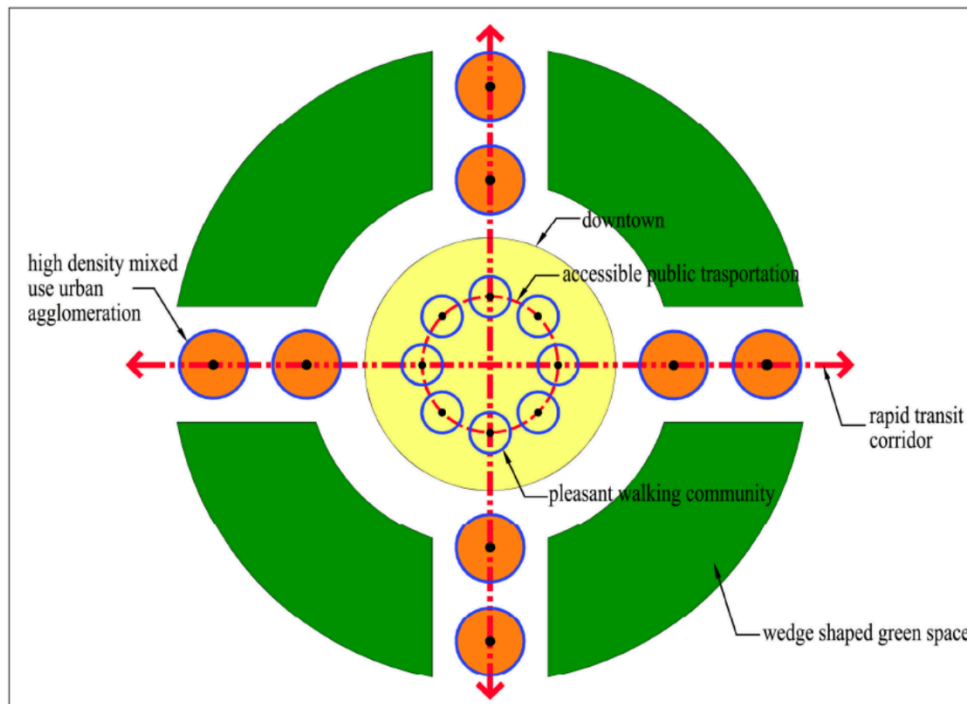
1. Sviluppo orientato al transito (TOD): sviluppo di quartieri compatti a uso misto intorno agli snodi del trasporto pubblico. Promuovendo comunità a più alta densità, percorribili a piedi e con facile accesso ai trasporti pubblici, il TOD riduce la dipendenza dall'auto, incoraggia modalità di trasporto attivo, come gli spostamenti a piedi e in bicicletta, e riduce al minimo l'espansione urbana.
2. Strade complete: progettazione di strade che accolgano tutti gli utenti, compresi i pedoni, i ciclisti e gli utenti del trasporto pubblico, oltre agli automobilisti. Le strade complete sono caratterizzate da marciapiedi, piste ciclabili, corsie di transito dedicate e infrastrutture a misura di pedone, come attraversamenti pedonali, misure di moderazione del traffico e arredo urbano, che creano corridoi di trasporto più sicuri e accessibili.
3. Infrastrutture di trasporto attivo: sviluppo di infrastrutture a supporto di modalità di trasporto attive, come gli spostamenti a piedi e in bicicletta. Ciò include la costruzione di piste ciclabili, percorsi pedonali, strade verdi e sistemi di bike-sharing, oltre a servizi come parcheggi per biciclette e ponti pedonali, per incoraggiare gli spostamenti non motorizzati e promuovere stili di vita più sani.
4. Espansione e miglioramento dei trasporti: l'obiettivo è fornire ai residenti opzioni di trasporto comode, accessibili e affidabili. Ciò può comportare investimenti in nuove linee di trasporto, il miglioramento dei servizi esistenti, l'integrazione di diverse modalità di transito e l'implementazione di tecnologie innovative per migliorare l'efficienza e l'efficacia dei sistemi di trasporto pubblico.
5. Sviluppo misto: integrazione di diversi usi del suolo all'interno dei quartieri, tra cui strutture residenziali, commerciali e ricreative. Promuovendo lo sviluppo a uso misto, è possibile ridurre la necessità di spostamenti su lunghe distanze, sostenere le economie locali e migliorare la vivacità delle comunità.
6. Infrastrutture verdi e progettazione sostenibile: integrazione dei principi della progettazione sostenibile e delle infrastrutture verdi per ridurre al minimo gli impatti ambientali e migliorare la resilienza dei sistemi di trasporto

urbano. Ciò include misure quali standard di bioedilizia, pratiche di gestione delle acque meteoriche, tecnologie di trasporto efficienti dal punto di vista energetico e la conservazione di habitat naturali e spazi verdi.

Nel complesso, il GTOD rappresenta un cambiamento di paradigma nella pianificazione urbana verso città più sostenibili, eque e resilienti. Dando priorità ai sistemi di trasporto ecologici e integrandoli con le strategie di pianificazione e sviluppo del territorio, il GTOD mira a creare città più accessibili, sane e sostenibili dal punto di vista ambientale per le generazioni attuali e future.

Sebbene la maggior parte della comunità di ricerca ritenga che lo sviluppo orientato al transito (TOD) sia più favorevole al trasporto a basse emissioni di carbonio, un'alta densità urbana combinata con aree a uso misto costruite intorno a sistemi di transito di alta qualità fornisce una struttura urbana mirata che può allentare la dipendenza dalle automobili. Ad esempio, Stoccolma, Copenaghen, Toronto, Singapore e Hong Kong hanno sperimentato con successo l'interazione tra uso

del territorio e trasporti, portando alla creazione di una modalità sostenibile di trasporto e uso del territorio. Nel 2017, Ye, et.al, (2017) hanno proposto un modello migliorato di Green Transportation System Oriented Development (GTOD) (Figura 3), che è un'estensione del tradizionale sviluppo orientato al transito (TOD) e che include le caratteristiche aggiuntive di una città a prova di pedone, ponendo l'accento sull'integrazione dell'uso del territorio con un sistema di trasporto verde, costituito dal trasporto pubblico e dal sistema di spostamento non automobilistico. La comunità di



ricerca ritiene che la caratteristica strutturale di base di una città a basse emissioni di carbonio è una forma urbana compatta, che comprenda un'efficace combinazione di usi del suolo e un'appropriata scala degli isolati. Tuttavia, queste caratteristiche sono efficaci solo se integrate con sistemi di traffico ecologici.

La prospettiva dell'uso del territorio orientato all'utente pone le esigenze, le preferenze e i comportamenti degli individui al centro delle decisioni di pianificazione e sviluppo urbano. Questa prospettiva riconosce che sistemi di trasporto efficaci devono essere progettati tenendo conto dell'utente, considerando fattori quali l'accessibilità, la convenienza, la sicurezza, l'economicità e il comfort. È possibile applicare questa prospettiva applicando le seguenti strategie:

1. Sviluppo misto: progettare quartieri con un mix di usi residenziali, commerciali, ricreativi e istituzionali riduce la necessità di spostamenti su lunghe distanze. Fornendo l'accesso ai servizi e alle strutture essenziali a pochi passi o in bicicletta, lo sviluppo a uso misto incoraggia le modalità di trasporto attivo e riduce al minimo la dipendenza dalle automobili.
2. Sviluppo orientato al transito (TOD): il TOD si concentra sulla creazione di comunità vivaci e percorribili a piedi intorno agli snodi del trasporto pubblico. Questo approccio incoraggia uno sviluppo a più alta densità in prossimità delle stazioni di transito, rendendo più facile per i residenti l'accesso ai mezzi pubblici per le loro esigenze quotidiane di spostamento. Il TOD promuove anche l'integrazione di servizi come negozi, ristoranti e parchi a pochi passi dalle fermate dei mezzi pubblici, migliorando la qualità complessiva della vita dei residenti.
3. Strade complete: progettare le strade in modo da soddisfare le esigenze di tutti gli utenti - pedoni, ciclisti, automobilisti e utenti del trasporto pubblico - crea corridoi di trasporto più sicuri e accessibili. Le strade complete sono caratterizzate da corsie dedicate ai diversi mezzi di trasporto e da infrastrutture a misura di pedone, come marciapiedi, strisce pedonali e misure di moderazione del traffico. Dando la priorità alla sicurezza e al comfort degli utenti, le strade complete incoraggiano gli spostamenti a piedi, in bicicletta e con i mezzi pubblici.

4. Infrastrutture di trasporto attivo: investire in infrastrutture che supportino modalità di trasporto attive, come gli spostamenti a piedi e in bicicletta, promuove un trasporto urbano più sano e sostenibile. Ciò include la costruzione di piste ciclabili, percorsi pedonali e strade verdi, nonché la fornitura di servizi come sistemi di bike-sharing e parcheggi sicuri per le biciclette. Migliorando l'accessibilità e la sicurezza delle opzioni di trasporto attivo, le città possono incoraggiare un maggior numero di persone a scegliere gli spostamenti quotidiani a piedi e in bicicletta.
5. Pianificazione dell'accessibilità: garantire che i servizi e le strutture di trasporto siano accessibili a tutti i residenti, comprese le persone con disabilità, gli anziani e le comunità a basso reddito, è essenziale per creare città eque e inclusive. Ciò può comportare la fornitura di un accesso senza barriere alle stazioni del trasporto pubblico, la progettazione di marciapiedi e attraversamenti pedonali adatti alle sedie a rotelle e ai passeggini e l'offerta di sussidi o sconti sulle tariffe per le persone a basso reddito.
6. Coinvolgimento e partecipazione della comunità: coinvolgere i residenti nel processo di pianificazione e decisione è fondamentale per garantire che i sistemi di trasporto soddisfino le esigenze e le preferenze della comunità locale. Ciò può comportare la conduzione di sondaggi, l'organizzazione di workshop pubblici e l'istituzione di comitati consultivi per raccogliere input dai residenti e dagli stakeholder. In questo modo, le città possono creare sistemi di trasporto che rispondano alle esigenze delle persone che servono.

Nel complesso, utilizzare un approccio orientato all'utente significa progettare sistemi di trasporto che diano priorità alle esigenze e alle preferenze degli individui. Concentrandosi sullo sviluppo a uso misto, sulla progettazione orientata al transito, sulle strade complete, sulle infrastrutture di trasporto attivo, sulla pianificazione dell'accessibilità e sul coinvolgimento della comunità, le città possono effettivamente creare ambienti urbani più vivibili, equi e sostenibili per tutti i residenti.

Capitolo 3. Veicoli ad alta efficienza energetica

I veicoli ad alta efficienza energetica sono veicoli progettati per minimizzare il consumo di carburante, ridurre le emissioni e aumentare l'efficienza energetica complessiva. Ne sono un esempio i veicoli elettrici, i veicoli ibridi, i veicoli a celle a combustibile a idrogeno e i veicoli alimentati da combustibili rinnovabili:

- **Veicoli elettrici:** i veicoli elettrici sono alimentati da motori elettrici e si affidano a batterie ricaricabili per l'accumulo di energia. Producono zero emissioni allo scarico e sono altamente efficienti dal punto di vista energetico, in particolare quando vengono caricati con elettricità rinnovabile.
- **Veicoli ibridi:** i veicoli ibridi combinano un motore a combustione interna con un motore elettrico e una batteria. Utilizzano la frenata rigenerativa per ricaricare la batteria e ottengono una migliore efficienza dei consumi rispetto ai veicoli convenzionali.
- **Veicoli a celle a combustibile a idrogeno:** questi veicoli utilizzano l'idrogeno gassoso per generare elettricità attraverso una reazione chimica con l'ossigeno dell'aria. Emettono solo vapore acqueo e offrono capacità di lunga percorrenza, il che li rende adatti a varie applicazioni di trasporto.
- **Veicoli alimentati con carburanti rinnovabili:** tipi di veicoli che utilizzano carburanti alternativi come biodiesel, etanolo o carburanti sintetici derivati da fonti rinnovabili. Producono emissioni ridotte rispetto ai carburanti fossili tradizionali e possono contribuire a diversificare le fonti energetiche utilizzate nei trasporti.

I veicoli ad alta efficienza energetica offrono diversi vantaggi, tra cui:

- **Emissioni ridotte:** producono meno emissioni di gas serra e inquinanti atmosferici rispetto ai tradizionali veicoli con motore a combustione interna. Contribuiscono alla sostenibilità ambientale e alla salute pubblica attenuando il cambiamento climatico e migliorando la qualità dell'aria.

- **Risparmio di carburante:** hanno in genere un consumo di carburante inferiore, che si traduce in un risparmio economico per i consumatori e le imprese nel corso della vita del veicolo. Ciò può contribuire a ridurre l'onere finanziario del trasporto e ad aumentare il reddito disponibile delle famiglie.
- **Innovazione tecnologica:** il loro sviluppo favorisce l'innovazione tecnologica nell'industria automobilistica. I progressi nella tecnologia delle batterie, nelle trasmissioni elettriche e nell'integrazione delle energie rinnovabili vanno a vantaggio non solo dell'efficienza dei veicoli, ma anche di altri settori alla ricerca di soluzioni energetiche pulite.

Nonostante i numerosi vantaggi, la diffusione dei veicoli ad alta efficienza energetica è ostacolata da diversi fattori:

- **Costo iniziale elevato:** questi veicoli hanno spesso costi iniziali più elevati rispetto ai veicoli convenzionali, il che può frenare alcuni consumatori, in particolare quelli con risorse finanziarie limitate.
- **Infrastruttura limitata:** la disponibilità di infrastrutture di ricarica o rifornimento può essere limitata in alcune regioni, il che può ostacolare l'adozione diffusa di questi veicoli e limitarne la convenienza.
- **Ansia da autonomia:** le preoccupazioni relative all'autonomia e all'infrastruttura di ricarica possono dissuadere alcuni consumatori dal passare alla mobilità elettrica. È quindi fondamentale espandere le infrastrutture di ricarica e migliorare la tecnologia delle batterie per aumentare la fiducia dei consumatori.

La mobilità urbana sostenibile e l'adozione di veicoli efficienti dal punto di vista energetico sono condizioni essenziali per costruire città resilienti, vivibili e rispettose dell'ambiente, così come l'implementazione di politiche e infrastrutture di supporto. Grazie a queste strategie, le città possono ridurre le emissioni, migliorare la qualità dell'aria, aumentare le opzioni di mobilità e creare ambienti urbani più sani ed equi per tutti i residenti.