ALLEGATO 1

POLITECNICO
MILANO 1863

Laboratorio di progettazione urbanistica
Angela Colucci Micaela Bordin Guido Minucci

Anno Accademico 2020/2021

LA MOBILITÀ ELETTRICA

11 casi comparati sull'introduzione di trasporto sostenibile all'interno di tessuti urbani consolidati

GRUPPO 16
Pietro Bongarzone 880305 Mattia Marovino 879603 Marta Sironi 871738

INDICE

INTRODUZIONE **4**

CASI E ANALISI **6 - 16**

Obiettivi e Domande di Approfondimento 6
Obiettivo 1 - Tessuti consolidati con pendenze 8
Obiettivo 2 - Mobilità leggera e pesante 11
Obiettivo 3 - Tipologia di mezzi utilizzati 13
Obiettivo 4 - Aspetti sociali e politiche di integarzione del servizio 15

TRASFERIBILITÀ DEI CASI **18**

Fonti bibliografiche e dal Web 19

INTRODUZIONE

Introduzione e Premessa

Il presente report mira ad analizzare la tematica riguardante l'integrazione di un trasporto sostenibile in un tessuto consolidato, il quale presenta problematiche legate alla morfologia urbana, sia in termini di pendenze e dislivelli, sia per spazi disponibili.
Il report si struttura in tre sezioni principali, la prima che costituisce il corpo principale dove viene introdotto il tema trattato ed esplicitati i gli obiettivi, si presentano qui anche i casi scelti per la comparazione e le analisi svolte su di essi; una seconda parte in cui vengono presentate alcune soluzioni che alla luce della comparazione dei casi si è deciso di utilizzare nel Masterplan Urbano su cui si sviluppa il laboratorio e infine la presentazione delle fonti utilizzate per svolgere il lavoro.
Il contesto in cui si svolge il laboratorio è quello di Favara, comune della costa sud siciliana in provincia di Agrigento.
Il comune, che con il capoluogo di provincia Agrigento forma una sorta di conurbazione, conta 32 336 abitanti e si sviluppa su una superficie di 81,88 km^2, è caratterizzato da un tessuto urbano, soprattutto nel centro storico, molto denso, di matrice araba/medievale, sono inoltre considerevoli le pendenze che caratterizzano proprio la parte centrale della città Le suddette caratteristiche saranno quindi prese in considerazione nella fase di scelta dei casi studio, in modo da avere poi dei punti comuni che consentano la trasferibilità delle soluzioni/aspetti individuati.
Un ulteriore premessa risulta necessaria: si è deciso di trattare il tema della mobilità sostenibile sotto diversi aspetti, sia tecnici e di organizzazione fisica dell'infrastruttura sia secondo aspetti più sociali, riguardanti l'effetto che tale tipo di servizio ha sui fruitori (o potenziali fruitori), per tanto non è stato possibile trovare un numero molto ristretto di casi da poter studiare approfonditamente perchè trattavano in modo completo tutte le tematiche affrontate, si è quindi deciso di selezionare un numero più ampio di casi dai quali sono state prese differenti tematiche, senza per forza trattare tutti gli aspetti del singolo caso

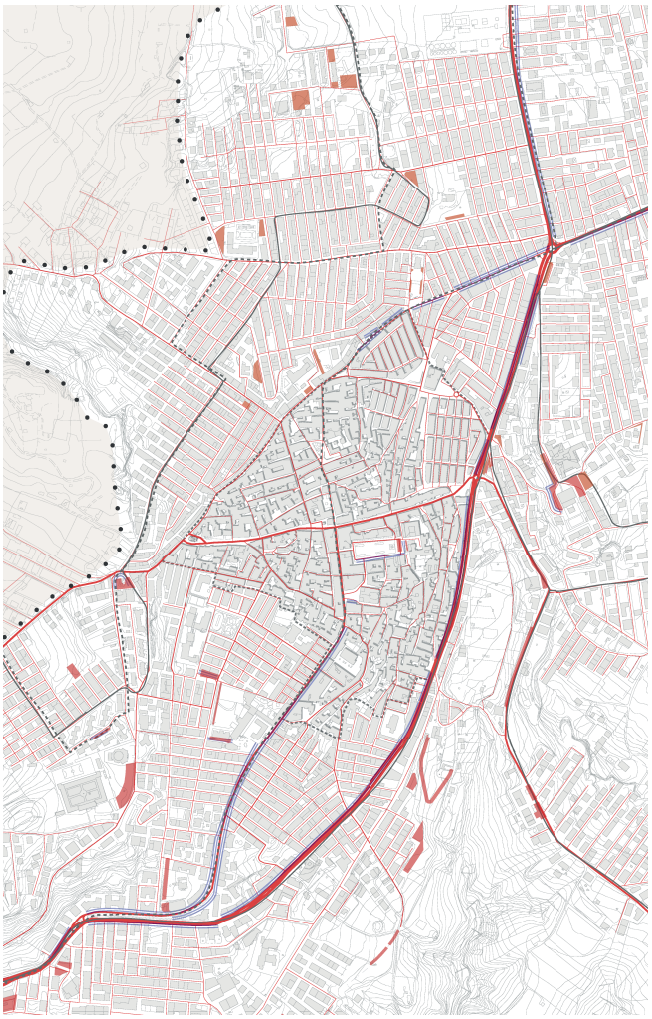

Fig.01 - Estratto della tavola dei trasporti di Favara

Fig.02 - Piazza Cavour Favara

CASI E ANALISI

Obiettivi e Domande di Approfondimento

Per l'analisi dei casi si esplicitano le domande a cui si vuole rispondere, gli obiettivi che questa analisi si pone; il tema generale è come già detto, la mobilità sostenibile elettrica multiscalare, in particolare le domande che cercano risposta sono:

1. È possibile integrare una mobilità elettrica sostenibile in un tessuto urbano consolidato antico, di matrice medioevale/araba (quindi con strade di calibro ridotto e spazi minimi) è che inoltre sia caratterizzato da pendenze, anche considerevoli?
2. É consigliabile, per comuni medio piccoli, l'utilizzo della sola mobilità leggera, solo quella pesante (Gomma) o della coesistenza di entrambe?
3. Quale tipologia di mezzi è più efficiente e adatta alle nuove necessità di spostamento, sono preferibili sistemi ibridi (HEV, Hybrid Electric Vehicles), elettrici a batteria (BEV - Battery Electric Vehicles) o elettrici colegati in rete (PEV - Plug-in Electric Vehicles)
4. Come vengono recepite le soluzioni e le infrastrutture di mobilità elettrica dalla popolazione? quali possono essere le politiche e pratiche al di fuori dell'installazione vera e propria utili ad un implementazione completa di tali soluzioni?

Avendo definito gli aspetti che si vogliono indagare sono stati scelti i criteri e gli elementi interessanti che permettessero di selezionare i casi studio, sei in tutto, i quali saranno poi utili a torvare elementi ricorrenti che diano una risposta alle domande di approfondimento; di seguito si riportano in tabella 14 casi (11 elementi tabellati poichè si accorpano alcuni esempi sardi) che sono stati selezionati e su cui si fonda il presente report; le fonti relative a ciascuno dei casi sono paper di letteratura scientifica, piani di fattibilità comunali, materiale informativo generale e articoli di giornali online.

I casi sono stati scelti tenendo conto dei seguenti criteri, poi riassunti in 6 voci nella tabella:

- L'approvvigionamento energetico deve essere da fonti rinnovabili.
- Il tessuto urbano deve essere caratterizzato da pendenze anche considerevoli.
- Il tessuto urbano dove viene inserita questa nuova infrastruttura/servizio deve essere nato precedentemente alla costruzione della nuova rete di trasporti e non progettato ad hoc per funzionare con una mobilità elettrica.
- Il tessuto urbano deve avere una maglia fitta con vie anche strette e tortuose (impianti medievali).
- Il materiale analizzato deve riportare delle analisi riguardanti l'aspetto sociale, i fenomeni di vandalismo e in generale il rapporto del cittadino con la "cosa pubblica".
- Il materiale deve trattare la mobilità sostenibile elettrica pesante.
- Il materiale deve trattare la mobilità sostenibile elettrica leggera.
- Il materiale deve fare riferimento ai sistemi di gestione, ricarica e manutenzione dell'infrastruttura/servizio oggetto di analisi.

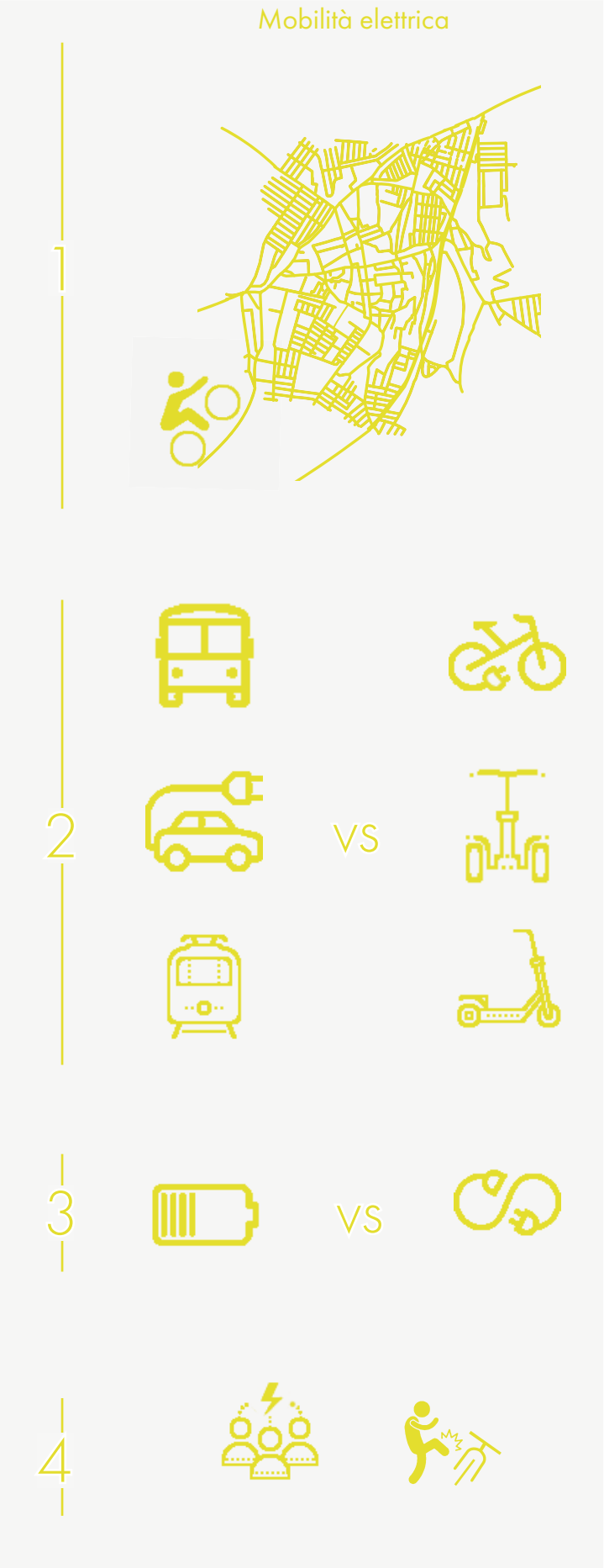

Fig.03 - Illustrazioni riassuntive delle domande di approfondimento

		Criteri di scelta/elementi di interesse					
		Analisi sull'approvigionamento energetico sostenibile	Tessuto urbano caratterizzato da pendenze	Tessuto urbano a maglia fitta (Impianto medievale/ antico	Mobilità leggera	Mobilità pesante	Analisi sociale, fenomeni di vandalismo e utilizzo consapevole dei mezzi
Casi Studio	Bath, UK			•	•	•	
	Olanda			•	•	•	•
	Ele.C.Tra Firenze, Italia	•		•		•	
	Nuoro, Italia		•	•	•	•	
	Apice, Italia				•		
	Erice, Italia		•	•	•	•	
	Perugia, Italia			•	•	•	•
	Oslo; Norvegia		•		•		•
	Norvegia	•	•		•	•	•
	Berchidda, Benetutti e Serrenti, Italia	•		•			
	San Francisco, USA		•		•	•	

Fig.04

Come si può notare nessuno dei casi analizzati presenta tutti gli aspetti interessanti e che si vogliono approfondire, sono però coperti tutti gli aspetti, con rappresentanza più completa di studi riguardanti la presenza sia di mobilità leggera che pesante, buona presenza di studi che interessino luoghi con tessuti urbani fitti e densi e caratterizzati da pendenze, infine informazioni più scarse per quanto riguarda l'approvvigionamento energetico e gli aspetti sociali; Questi ultimi 2 punti non sono molto rappresentati perchè raramente i paper che trattano la mobilità sostenibile si addentrano nelle questioni tecniche legate alla produzione di energia, vi sono sporadici riferiementi a tale tematica ma poche trattazioni approfondite, per quanto concerne invece la tematica sociale bisogna precisare che non è semplice trasferire e confrontare analisi fatte su tessuti sociali anche motlo distanti, per tanto sono stati scelte trattazioni che discutessero elementi comunque tecnici e il più oggettivi possibile legati agli aspetti sociali.
La letteratura più propriamente scientifica riguarda i casi di Oslo, Norvegia, Olanda, Perugia e Firenze, luoghi in cui il trasporto sostenibile è più strutturato o, soprattutto nei paesi del Nord Europa, dove è consolidato ed esiste un buon numero di analisi e dati su cui basare le trattazioni.

Obiettivo 1 - Tessuti consolidati e con pendenze

I casi che trattano questa istanza sono un buon numero, che consente di individuare degli elementi salienti per questa tematica.
Gli esempi con i quali si può rispondere all'obiettivo 1 sono 9, 5 dei quali italiani . Si è deciso di includere anche San Franciscon nell'analisi nonostante si tratti di un contesto molto differente dagli altri, sia per numero di abitanti, sia per dimensioni della città e distanze che la caratterizzano, è però un buon esempio di funzionamento di bike sharing e ebike sharing in un territorio caratterizzato da pendenze considerevoli (sono celebri i dislivelli coperti dalle strade di San Francisco per raggiungere la sommità delle colline che caratterizzano questo territorio),
Per quanto riguarda il trasporto leggero si può vedere come questa soluzione sia spesso adottata in zone con una vocazione turistica, che abbiano magari delle aree anche estese di centro storico[1,2] all'interno delle quali si vuole impedire il passaggio di macchine e mezzi pesanti, sia per motivi di spazio, sia per motivi di rispetto e conservazione del patrimonio architettonico; proprio le città storiche infatti incontrano maggiori difficoltà nell'integrare un sistema di trasporti efficiente, per questo la mobilità dolce condivisa trova spazio; i tessuti consolidati sono infatti difficilmente predisponibili per il passaggio di mezzi con capienze elevate[3].
Si osservano comunque delle difficoltà anche quando la scelta è quella di integrare la sola mobilità leggera, a titolo di esempio si riporta il caso di Bruges[4], dove l'utilizzo delle biciclette e soprattutto degli scooter elettrici è stato osteggiato sia dagli abitanti che dagli amministratori perchè giudicati pericolosi e fastidiosi per la vivibilità del centro storico; proprio per questa cittadina furono sperimentati monopattini elettrici con una dimensione di ruote maggiorate per poter meglio muoversi sull'acciottolato. Si capisce quindi come sia necessario valutare caso per caso le particolarità di ogni territorio quando si va ad inserire un servizio di mobilità, anche andando ad escludere eventualmente alcune soluzioni, oppure modificandole e adattandole alle nuove necessità.
Per quanto riguarda gli studi sull'effetto dei dislivelli cittadini sulla mobilità elettrica bisogna innanzitutto dire non ci sono particolari riflessioni da fare quanto riguarda la mobilità gommata e motorizzata, poichè naturalmente non si hanno particolari differenze se il percorso si sviluppa in discesa, in salita oppure in piano; è invece importante comprendere come gli utenti si comportino in presen-

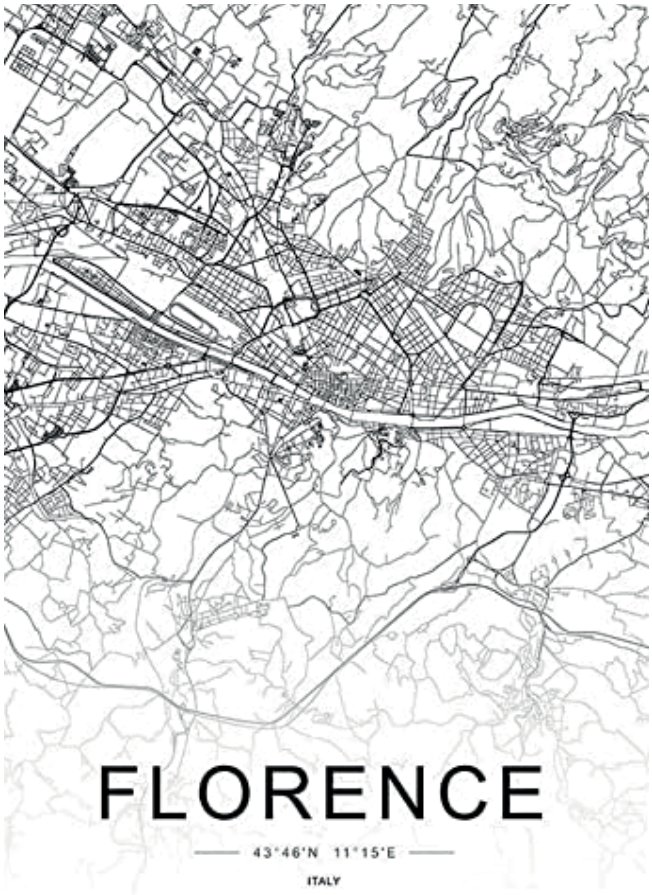

Fig.05, 06 - Mappe di Firenze e Bruges

1 Fanara, 2020.
2 L'intervento su Firenze in questo caso mira anche a coinvolgere tutti gli esercenti ed erogatori di servizi che operano nel centro storico, non solo gli abitanti e i turisti.
3 Rees, 2018.
4 Boffey, 2019.

za di pendenze quando fanno uso di biciclette, sia elettriche che non, oppure monopattini elettrici, e comunque tutti quei mezzi che risentono delle pendenze.
Ci vengono in questo caso in aiuto gli studi svolti sulla città di Oslo[5]: in questo caso gli autori mettono in evidenza come vi sia una tendenza ad usare mezzi per la mobilità leggera più facilmente per tragitti in discesa che tragitti in salita, per ogni spostamento fatto verso l'alto sono infatti 1.9 quelli fatti nel senso opposto, ciò significa che solo un sistema di sharing ben organizzato può essere funzionale in un territorio con pendenze, data la necessità di riequilibrare la distribuzione dei mezzi se esistono delle tratte preferenziali, a tal proposito uno studio condotto in Belgio su una compagnia di bike sharing (Mobit) e sulle possibilità di riequilibrazione naturale della distribuzione dei mezzi all'interno degli spazi cittadini; si propone una dinamicità dei prezzi sulla base dei percorsi che vengono fatti, invece che solo su base temporale[6] .
Dal punto di vista quantitativo questi ragionamenti possono essere fatti conoscendo quali sono i valori delle pendenze che davvero rappresentano un ostacolo alla mobilità, si individuano quindi pendenze superiori al 4% come ostacolo per dislivelli positivi e superiori all'8% per dislivelli negativi [7](con una distinzione per fasce d'età[8], poichè si registra maggior reticenza all'utilizzo di biciclette e monopattini elettrici in discesa sui soggetti in media con più di 60 anni)

Fig.07 - Strada della città di Bath

Fig.08 - E-Bike in San Francisco

5 *Böcker et al., 2020.*
6 *Hellebuyck, 2019.*
7 *Böcker et al., 2020.*
8 *Simsekoglu et al., 2018.*

La presenza di dislivelli è inoltre importante per valutare la distribuzione di stazioni per il ritiro e la sosta dei mezzi condivisi elettrici, se infatti in piano è considerata accettabile una distanza di circa 400 m[9] per raggiungere un punto di snodo per la mobilità con percorsi che in linea d'aria sono spesso compresi tra i 250 e i 500 m[10] è probabile che in zone caratterizzate da pendenze notevoli gli utenti siano disposti a percorrere distanze inferiori su mezzi leggeri prima di passare ad altre soluzioni.
Riassumendo quindi quanto individuato dall'analisi dei casi che presentassero pendenze e avessero un tessuto storico consolidato si nota:

1. Un aumentare della complessità del sistema di trasporti all'aumentare della dimensione del centro abitato, come d'altronde è facile aspettarsi; per le città minori come ad esempio Erice, Apice, Berchidda, Benetutti e Serrenti[11] gli interventi si sviluppano principalmente sulla mobilità dolce e di piccolo calibro, inoltre tali comunità ristrette raggiungono più facilmente un autonomia in termini di approvvigionamento energetico, poichè meno dense e quindi meno energivore in relazione alla loro superficie possono tramite l'installazione di impianti fotovoltaici o eolici all'interno del tessuto urbano coprire una buona parte dei fabbisogni.
2. Le pendenze influenzano il funzionamento dei trasporti leggeri, sono per tanto necessarie delle misure ad hoc per garantire che il servizio rimangano efficienti, sia con interventi attivi (Movimentazione dei mezzi da una stazione all'altra) sia con incentivi che spingano una autoequilibrio dei funzionamenti degli spazi di ritiro e fermata dei mezzi condivisi.
3. I mezzi pesanti sono più difficilmente integrabili all'interno di un tessuto storico.
4. In alcuni casi bisogna accettare che non è possibile far circolare mezzi all'interno di tutte le aree urbane, sia per motivi di sicurezza sia per motivi di rispetto nel confronto del patrimonio architettonico dell'area in questione.

Fig.09 - Tram in San Francisco

9 *Bigerna & Micheli, 2018.*
10 *Böcker et al., 2020.*
11 *Cantarella, 2020*

Obiettivo 2 - Mobilità leggera e pesante

Per quanto riguarda questa domanda di progetto i casi sono numerosi, per tanto è possibile avere un idea piuttosto precisa di del rapporto tra mobilità sostenibile leggera e pesante e la loro utilità su contesti medio-piccoli; tra i casi selezionati almeno una di queste due tipologie è trattata negli studi condotti su: Bath, il caso olandese, Firenze, Nuoro, Apice, Erice, Perugia, Oslo, Norvegia in generale e San Francisco, in particolare la coesistenza tra queste due tipologie è trattato in 5 dei suddetti casi.
Come detto in precedenza i nuclei di ridotte dimensioni tendono a preferire soluzioni legate alla mobilità leggera, senza implementare per forza anche un sistema di trasporti pesante, costituito per esempio da bus di linea; diversi paper però mettono in evidenza un aspetto importante: gli interventi volti a migliorare la mobilità per essere davvero funzionanti devono essere multiscalari e il più possbile capillari, infatti lo studi condotti a Malmö[12] e Glasgow[13] hanno dimostrato che i sistemi di bike sharing e car sharing siano meno propensi a diffondersi in zone in cui la popolazione è più a rischi di esclusione relazionata ai trasporti, ovvero quelle aree in cui per evitare di rimanere isolati dalla vita di comunità tipica delle città è necessario possedere un mezzo proprio; in questo modo anche chi potrebbe usufruire dei servizi di sharing tende a non farne uso anche quando ne avrebbe la possibilità (e utilità) poichè ha a disposizione un mezzo proprio.
Anche per città minori il discorso può rimanere il medesimo, è infatti importante non creare isole di mobilità soistenibile, ma avere un rete diffusa che permetta di evitare di utilizzare un mezzo proprio nella maggioranza dei casi, solo cosi si può consentire di funzionare ad un singolo intervento di minor respiro; tali considerazioni si evincono ad esempio nello studio di fattibilità per la citta di Nuoro[14], quindi su dimensioni anche piuttosto ridotte (35 000 abitanti circa).
Poichè l'obiettivo per il miglior funzionamento dei sistemi di shariing è quello di evitare l'acquisto di mezzi privati, i quali congestionano le nostre strade, inquinano e occupano spazio[15] è quindi necessario predisporre dei nodi di scambio per il passaggio da mezzi pesanti per la mobilità ad altri più leggeri qualora sia necessario[16] .
Parlando di mobilità leggera elettrica e sostenibile si fa riferimento di solito a bici elettriche e monopattini elettrici, non vi è grande varietà di soluzioni utilizzate; andando invece ad integrare soluzioni che comprendano anche la mobilità pesante sono possibili diverse modalità, più varie e modulabili a seconda delle necessità: Firenze per esempio ha deciso di implementare l'utilizzo di bus elettrici, ma contemporaneamente effettuare tutte le consegne all'interno del centro storico con mezzi elettrici, quindi utilizzando piccole vetture cargo[17]. Nuoro ha invece deciso di utilizzare dei sitemi di navetta elettrica su prenotazione , in modo che sia più flessibile il servizio erogato e sia possibile fare tratte non predefinite che si adattino alle necessità degli utenti[18]; soluzione simile è stata adottata a Firenze con l'utilizzo di taxi elettrici[19]

Fig.10 - Sharing bici elettrica in Roma

Fig.11 - Segway in Milano

Fig.12 - Sharing monopattini elettrici

Fig.13 - Ricarica bus elettrico in Trondheim

12 Hamidi et al., 2019.
13 Clark & Curl, 2016.
14 Colombo, Pala & Porcu, 2019.
15 Manders, 2020.
16 Böcker et al., 2020.
17 EV+, 2019.
18 Colombo, 2019.
19 Scorrano, 2019.

Riassumendo gli aspetti legati all'utilizzo di mezzi leggeri e pesanti i diversi casi mettono in luce che:

1. La tipologia dei mezzi da utilizzare dipende dalle dimensioni della zona urbana considerata
2. Non è possibile inserire interventi slegati tra di loro, i trasporti devono essere integrati tra di loro su diverse scale, in modo che non si creino "isole" separate poichè si vanificherebbe il funzionamento delle stesse.
3. Sia per i mezzi di mobilità dolce, ma soprattutto per quelli di mobilità su gomma è importante adottare soluzioni differenti in base alla caratteristiche del territorio e alle esigenze specifiche (se si vuole creare un sistema di trasporto delle merci, delle persone, per i residenti o per i turisti).
4. In generale, se le disponibilità economiche dell'ente finanziatore lo consentono è consigliabile integrare sia trasporti su macroscala, quindi bus, car sharing ecc. sia su scala ridotta, con biciclette condivise e monopattini elettrici.
5. Esistono diversi progetti che lavorano contemporaneamente su città anche molto diverse tra loro, in modo da sfruttare avere un mutuo aiuto tra di loro e correggere gli eventuali problemi che possono sorgere in fase di introduzione di un nuovo servizi che se notati in una città possono essere evitati nelle altre; all'interno di tali progetti di ampio respiro risulta più conveniente inserirsi sia in termini di progettazione che finanziamento, come ad esempio avviene per CIVITAS, progetto europeo a cui fanno riferimento per esempio Perugia[20] e Bath[21] .

Fig.14, 15 - Progetto CIVITAS

		Mobilità leggera			Mobilità Pesante		
		Bicicletta	Bicicletta elettrica	Monopattino	Bus	Navette	Car sharing/Taxi
Casi Studio	Bath, UK	•			•		
	Olanda	•	•	•	•		•
	Ele.C.Tra Firenze, Italia	•	•	•	•		
	Nuoro, Italia					•	•
	Apice, Italia		•				
	Erice, Italia		•				
	Perugia, Italia	•		•	•		
	Oslo; Norvegia	•	•	•	•		•
	Norvegia	•	•	•	•		•
	San Francisco, USA		•		•		

Fig.16

20 *Bigerna & Micheli, 2018.*
21 *Rees, 2018.*

Obiettivo 3 - Tipologia dei mezzi utilizzati

Per questa sezione si articola il discorso in 2 parti, uno legato alla tipologia di mezi utilizzati e un altro legato al tipo di alimentazione, fatto quindi prevalentemente su mezzi pesanti.
Per questo obiettivo tutti i casi hanno degli elementi che possono essere presi in considerazone per comprendere quali siano le tipologie di mezzi utilizzati.

TIPOLOGIA DEI MEZZI
Come detto un primo aspetto da indagare e la tipologia di mezzi che vengono impiegati in una trasformazine del tessuto urbano verso un trasporto sostenibile, per la mobilità leggera sono sempre rappresentate le biciclette, sia elettriche che non, le quali trovano così largo impiego perchè garantiscono una buona autonomia, non risentono particolamente di eventuali dissesti del manto stradale, tanto che in alcuni casi vngono utilizzate in versione MTB[22] proprio per coprire tragitti sterrati o comunque più accidentati delle normali strade.
Altro mezzo che trova impiego su diverse scale, anche se non in modo così trasversale quanto per le biciclette, sono i monopattini elettrici; dei casi presentati quelli che le adottano sono: Firenze, Oslo, diverse città sul territorio olandese e San Francisco; questo tipo di mezzo come detto incontra difficoltà legate al terreno su cui viene utilizzato; pavimentazioni molto irregolari come possono essere quelle delle città con nuclei antichi mal si adattano alle ruote di ridotta dimensione dei monopattini, come visto in precedenza nel caso di Bruges
Per quanto riguarda invece i mezzi pesanti che possono trovare un nuovo sviluppo nell'elettrificazione sono da considerare i bus, che sono impiegati per esempio già in larga misura ad Oslo[23], andanodo a costiture una buona porzione della flotta a disposizione della municipalità con oltre 200 mezzi, ma anche Firenze, dove si sta sperimentando l'utilizzo dei bus elettrici o Bath con soluzione di mezzi ibridi. Vi sono poi possibilità che includono le autovetture elettriche, sia in forma di taxi elettrico sia, come stanno facendo alcune municipalità sarde, spingendo e attivando sistemi di car pooling, ovvero dove si orgnaizzano diversi utenti che hanno necessità di coprire lo stesso tragitto alla stessa ora in modo che condividano il mezzo e quindi si evitino quelle situazioni molto frequenti in cui le autovetture si muovono pressoche vuote[24].
Altri sistem prevedono l'utlizzo di navette su prenotazione, una soluzione intermedia tra il taxi e il bus, con il vantaggio di essere meno costosa della prima e più comoda della seconda.

Fig.17 - Taxi elettrico in Oslo

Fig.18 - Bus ibrido in Firenze

22 Cortese, 2019.
23 Böcker et al., 2020.
24 Colombo, 2019.

TIPOLOGIA DI ALIMENTAZIONE

Ciò che però si vuole maggiormente approfondire in questo capitolo è quale sia la soluzione migliore per l'alimentazione dei mezzi utilizzati, sia per le biciclette e i monopattini elettrici sia per i mezzi di maggiori dimensioni;

Per quanto riguarda biciclette e monopattini sono ovviamente da escludere sistemi plug-in, ovvero direttamente collegati alla rete, ma esistono tipologie di mezzi free-station, che è possibile lasciare ovunque in città e che non devono per forza essere lasciate in un punto preciso, avendo naturalmente il vantaggio di dare la massima libertà negli spostamenti vi è però la problematica legata alla ricarica dei mezzi elettrici, ai maggiori costi di gestione del servizio, in quanto è necessario giornalmente traferire i mezzi da dove sono stati lasciati ai punti strategici per la mobilità; sono inoltre più frequenti episodi di vandalismo e furto; tale modalità di utilizzo è molto frequente per il bike sharing e i monopattini elettrici[25].

Un altra modalità per erogare tale servizio è quella di utilizzare punti appositi per il ritiro e la consegna del mezzo, si ha in questo modo un servizio maggiormente controllato con mezzi solitamente più efficienti a discapito della comodità e della capillarità del trasporto[26,27,28,29]. Vi sono poi soluzioni miste[30], in cui sono presenti punti di ricarica e sosta appositi per i mezzi ma è possibile anche lasciare i mezzi in zone diverse, tale organizzazione è tra le più efficienti ma richiede costi iniziali più alti che i sistemi free-station e una gestione comunque più complessa dei sistemi con stazioni.

Per quanto riguarda invece i mezzi pesanti le tipologie principali sono 3[31]:

1. I veicoli a batteria, BEVs (Battery Electric Vehicles).
2. I veicoli ibridi, HEVs (Hybrid Electric Vehicles)
3. I veicoli elettrici cablati, PHEVs, (Plug-in Electric Vehicles)

Dal punto di vista tecnologico i casi analizzati tendono a preferire sistemi BEVs (anche se non mancano i casi con sistemi HEVs e PHEVs) poichè ad oggi sono possibili soluzioni a batteria ricaricabili in pochi minuti, che quindi sono slegati da vincoli e non richiedono la realizzazione di un impianto ad hoc sulle strade.

Vi sono però ulteriori componenti che possono far rendere necessaria l'adozione dei sistemi ibridi ad esempio: qualora si vogliano effettuare spostamenti particolarmente lunghi il solo affidamento all'elettrico non permette ancora una buona efficienza, si decide per tanto di affidarsi a sistemi misti e ancora se ci si trova in situazioni in cui esiste già una rete adatta a supportare mezzi Plug-in, che quindi possono essere semplicemente migliorati e resi più moderni mantenendo le modalità utilizzate in precedenza; questi modelli funzionano per esempio in città molto grandi, con spazi consoni all'installazione di questi impianti e tragitti che possono rimanere estremamente fissi nel tempo, mal si adattano invece centri medio piccoli.

Riassumendo quindi le diverse possibilità presenti per la realizzazione di sistemi di trasporto sostenibile si evidenziano:

1. diverse possibilità legate all'organizzazione della mobilità leggera, che può essere fortemente dipendente dalla presenza di apposite stazioni oppure completamente slegata da esse, la scelta di un modello piuttosto che l'altro dipende dall'investimento iniziale che si vuole avere, le spese digestione che si decide di sostenere, il tipo di servizio che è necessario erogare.
2. pe rquanto riguarda invece la mobilità pesante il trend indica un maggior utilizzo di BEVs, ma per necessità particolari possono ancora essere preferibili gli alternativi sistemi PHEVs e HEVs

		Mobilità leggera			Mobilità Pesante		
		Station free	Station	Miste	BEVs	HEVs	PHEVs
Casi Studio	Bath, UK		•		•		
	Olanda	•	•		•	•	
	Ele.C.Tra Firenze, Italia	•	•		•		
	Nuoro, Italia				•		
	Apice, Italia		•				
	Erice, Italia		•				
	Perugia, Italia		•		•		
	Oslo; Norvegia	•	•	•	•	•	•
	Norvegia	•	•	•	•	•	•
	Berchidda, Benetutti e Serrenti, Italia	•		•			
	San Francisco, USA	•	•		•		•

Fig.19

25 *Böcker et al., 2020.*
26 *Ystmark Bjerkan, 2015*
27 *Rees, 2018.*
28 *Marciano, 2017*
29 *Manders, 2020.*
30 *Böcker et al., 2020.*
31 *Cortese, 2019.*

Obiettivo 4 - Aspetti sociali e politiche di integrazione del servizio

la quarta e utlima questione che si intende approfondire è quella legata agli aspetti più sociali, elemento importante dal quale dipende il funzionamento del servizio, poiche per quanto le tecnologie possano essere avanzate e le soluzioni ottimizzate se non si ha un coinvolgimento dell'utenza i risultati non possono essere positivi[32].

Per quanto riguarda questo tema inoltre non vi sono numerose fonti, solo 4 dei casi selezionati (2 norvegesi, 1 olandese e solo 1 italiano, quello perugino) trattano il tema in modo scientifico, andando ad osservare le differenze tra gli utilizzatori di trasporto elettrico e sostenibile.

il caso norvegese [33] ad esempio individua in prima battuta chi sono i principali fruitori dei servizi di bike sharing, ovvero maschi caucasici sotto i 40 anni di età[34], che lavorano come impiegati e che hanno ricevuto un'educazione universitaria e vengono da gruppi ad alto reddito, anche se in Italia si osserva un trend differente che vede i giovani adulti tornare a preferire l'acquisto di mezzi propri invece di fare uso di mezzi condivisi[35] .

Sempre lo studio condotto su Oslo mostra dei percorsi più utilizzati, che sono solitamente quelli più centrali, come si vede nelle mappe in figg. 20-21 e indica una diversa distribuzione sulla base del genere e dell'età, aspetto da tenere in considerazione nell'organizzazione del servizio, poichè lo stesso studio evidenzia come le necessità (e quindi gli utilizzi dei mezzi condivisi) non sinao sempre gli stessi tra femmine e maschi: si osserva per esempio maggior frequenza di percorsi circolari (dove il viaggio termina nel luogo in cui era iniziato) tra le donne, mentre gli uomini tendono maggiormente ad attuare spostamenti monodirezionali[36] .

Altri aspetti interessanti sono legati alla percezione che l'utenza ha dei mezzi elettrici, sono infatti questi fattori a inlfuenzare maggiormente le scelte sul tema dei trasporti, in generale occorre considerare: lo stile di vita dell'utente, le norme sociali condivise, le convinzioni riguardo il tema ambientale e naturalmente le caratteristiche socioeconomiche (ad esempio per la scelta se utilizzare o meno un veicolo elettrico l'età media si alza notevolemtne rispetto al parametro indicato in precedenza, andando ad un età compresa tra i 30 e i 60 anni)[37] .

Ai fattori elencati Bigerna e Micheli[38] aggiungono la predisposizione all'uso del bus e l'opinione delle persone come elementi influenzanti delle scelte legate ai trasporti ed in particolare per lo shift verso una mobilità elettrica.

Il tentativo è quello non tanto di scoraggiare l'utilizzo dei mezzi tradizionali, ovvero il mezzo privato a combustione termica, quanto più di incentivare l'utilizzo di mezzi di trasporto pubblico elettrico (o l'acquisto di autovetture elettriche) con facilitazioni per questa categoria[39], sia dal punto di vista della tassazione sia per quanto riguarda i servizi, con parcheggi gratutiti, punti di ricarica diffusi, oppure campagne di promozione.

A frenare la promozione e la diffusione della mobilità elettrica intervengono anche le percezioni che la potenziale utenza ha della tecnologia utilizzata in quest'ambito, vi è infatti riluttanza a a

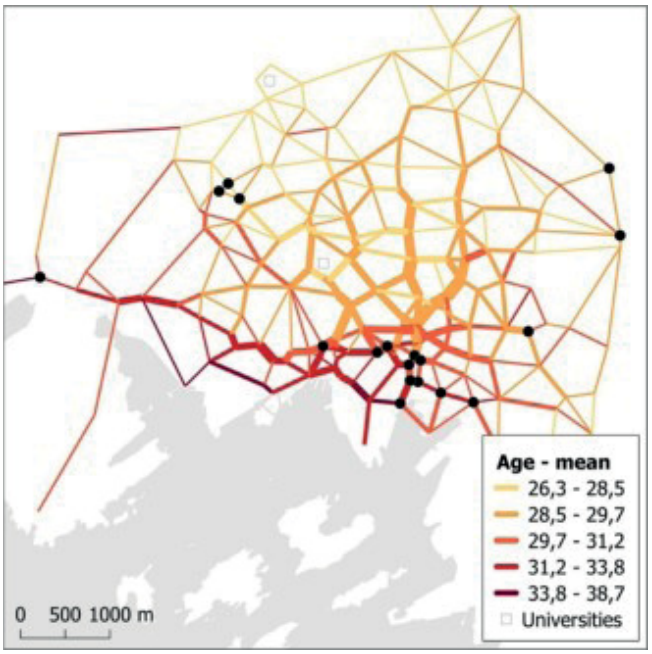

Fig. 20 - Distribuzione dei viaggi su base anagrafica

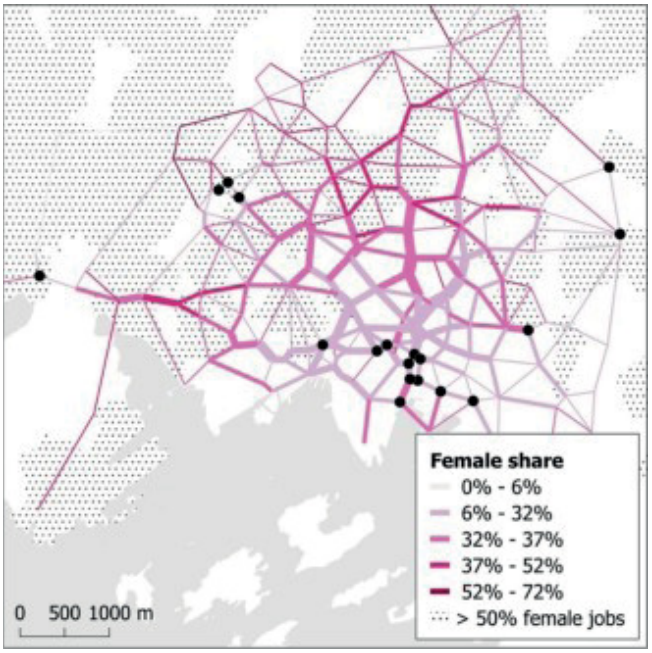

Fig. 21 - Distribuzione dei viaggi su base di genere

32 *Ystmark Bjerkan. 2015.*
33 *Böcker et al., 2020.*
34 *Riguardo questo punto la letteratura non è univoca, il paper di Simsekoglu & Klöckner del 2018 individua come maggiori fruitrici di e-bike le donne, può essere che lo siano solo per questo particolare mezzo ma non viene ulteriormente approfondito l'argomento.*
35 *Bigerna & Micheli, 2018.*
36 *Böcker et al., 2020.*
37 *Ystmark Bjerkan. 2015.*
38 *Bigerna & Micheli, 2018.*
39 *Simsekoglu & Klöckne, 2018*

considerare i mezzi a propulsione elettrica performanti e affidabili quanto quelli a motore termico, si nota infatti, anche qualora l'utente giudichi una buona soluzione l'utilizzo di auto elettriche ad esempio, una natural preferenza verso sistemi ibridi, in cui non si dipende totalmente dall'elettricità[40]; vi è poi il problema dei costi, generalmente più alti nell'investimento iniziale, che tende a spaventare maggiormente, anche se poi sul ciclo di vita i costi sono analoghi o più bassi[41] .

Riassumendo quanto analizzato in questo punto si ritrovano tra i diversi casi alcune costanti:

1. L'utilizzo di mezzi di trasporto elettrici, che siano ad uso pubblico o privato, è decisamente più frequente nelle classi più istruite e a reddito più elevato, è pertanto necessaria una policy che renda questo servizio più inclusivo.
2. Vi sono differenze sia di genere che anagrafiche nelle modalità con le quali l'utenza usufruisce del servizio, bisogna per tanto tenere conto di ciò in fase di progettazione dell'infrastruttura e il suo funzionamento.
3. È più importante promuovere la mobilità elettrica sostenibile che osteggiare quella tradizionale, così da non imporre una soluzione.
4. Vi sono molteplici fattori che possono influenzare la scelta di un mezzo a discapito di un altro, la maggior parte di essi sono legati non tanto a motivi tecnici quanto più alla percezione che si ha della tecnologia alla base di questi sistemi, l'attenzione che c'è sul tema ambientale e l'immagine che si vuole dare di se stessi[42] .

Fig.22 - Auto elettrica Renault

Fig.23 - Auto elettriche BMW

Fig.24 - Tesla vs Hammer

40 Bigerna & Micheli, 2018.
41 Yan et al., 2019.
42 Bigerna & Micheli, 2018.

TRASFERIBILITÀ DEI CASI

Criteri di trasferibilità e scelta delle soluzioni tecniche

i criteri che possono guidare la trasferibilità sono stati scelti per guidare il processo di introduzione delle soluzioni all'interno del masterplan di progetto per la città dio Favara; i criteri sono una guida ma le soluzioni saranno poi modulate e modificate a seconda delle necessità progettuali. Non si osservano in modo sempre fedelissimo i risultati ottenuti poichè non si può immaginare che i casi selezionati per la redazione del presente report possano rappresentare un quadro davvero completo per l'inserimento di trasporti elettrici sostenibili all'interno di tessuti urbani consolidati, per tanto attuano delle scelte anche arbitrarie che sembrano a giudizo degli autori più adatte per il progetto che si sta sviluppando.
Gli elementi che sono giudicati trasferibili sono quelli che:

- Si presentano con maggior frequenza.
- Sono presenti in contesti anche molto diversi.
- Sono rodati nel tempo e in diverse situazioni.
- Presentano un contesto quanto più possibile simile a quello oggetto di studio.
- La fattibilità sembra adattabile al contesto oggetto di studio.
- Si preferiscono quei casi in cui la comunità ha ben accolto le soluzioni apportate

Sulla base di tali criteri sembra adatto per la città di Favara un sistema che utilizzi sia mezzi pesanti che mezzi leggeri, i quali dovranno lavorare in sinergia in modo da raggiungere sia zone molto distanti che quelle vie di percorrenza più minute che raggiungo ogni luogo in modo capillare.
Per la mobilità leggera possono essere adatte soluzioni che utilizzano bici elettriche e non anche con funzionamento non libero, utilizzando le stazioni di sosta e ricarica, poichè le distanze in questo luogo possono essere minime e quindi c'è la possibilità di coprire in modo completo la città anche utilizzando postazioni di sosta fisse.
per quanto riguarda i mezzi pesanti sembrano adatte le soluzioni che prevedono l'utilizzo di bus elettrici, unitamenti a sistemi di navetta elettrica su prenotazione simili a quelli utilizzati per Nuoro, l'alimentazione sarà nella direzione dei BEVs, per le ragioni elencate precedentemente.
Saranno inoltre da considerare gli aspetti sociali che l'inserimento di questo tipo di servizio può avere, le diverse tipologie d'uso che vengono fatte nelle differenti fasce di età e di genere, così coem andranno considerati progetti di sensibilizzazione e formazione di consapevolezza sul tema del climate change e della sostenibilità. Potranno inoltre essere utili sistemi di controllo dei mezzi funzionanti via satellite, che permettano di mappare e studiare in modo approfondito i flussi e i diversi utilizzi che vengono fatti dei mezzi, così da rimappare e perfezionare con il tempo tutti i percorsi utili all'utenza.
Inoltre occorre precisare che per attuare questo tipo di interventi siano necessari investimenti molto importanti, per questo motivo potrebbe essere una strategia vincente quella di cercare di essere parte di progetti , per esempio Europei come CIVITAS, che siano di supporto sia organizzativo che economico allo sviluppo di una mobilità elettrica sostenibile.

Fig. 25 - Navetta elttrica in Singapore

Fig. 26 - Stazione bici elettriche - Giulio Barbieri

Fig. 27 - Stazione bici elettriche - Giulio Barbieri

Fonti Bibliografiche e dal Web

Ystmark Bjerkan K., 2015 Nørbech T. E., Elvsaas Nordtømme M., Incentives for promoting Battery Electric Vehicle (BEV) adoption in Norway.

Clark, J., Curl, A., 2016. Bicycle and car share schemes as inclusive modes of travel? A socio-spatial analysis in Glasgow.

Marciano P., 2017 Apice, domani l'inaugurazione della prima stazione bike sharing finanzziata da Sienergia.
http://www.primativvu.it/apice-domani-linaugurazione-della-stazione-bike-sharing-finanziata-sienergia/

Bigerna S., Micheli S., 2018 Attitudes Toward Electric Vehicles: The Case of Perugia Using a Fuzzy Set Analysis.

Simsekoglu Ö., Klöckner C. A., 2018 The role of psychological and socio-demographical factors for electric bike use in Norway.

Rees C. (EPN), 2018 Bike sharing in the UNESCO World heritage city of Bath.

Scorrano M., Danielis R., Giansoldati m., 2019 Mandating the use of the electric taxis: The case of Florence

Yan M., He H., Li M., Li G., Zhang X., Chen Z., 2019 A comprehensive life cycle assessment on dual-source pure electric bus

Colombo D., Pala C., Porcu M., 2019 Mobilità elettrica e zone interne. Aumento di occupazione e dei servizi in un'area della provincia di Nuoro.

Hellebuyck A., 2019 Investigating dynamic pricing to solve the fleet rebalancig problem in bike sharing system

Cortese G. 2019, San Francisco: dalla campagna Zero Waste al trasporto sostenibile sulle acque della Baia
https://www.ohga.it/san-francisco-dalla-campagna-zero-waste-al-trasporto-sostenibile-sulle-acque-della-baia/

EV+, 2019, Firenze vuole consegne in centro solo in elettrico.
https://www.vaielettrico.it/firenze-vuole-consegne-in-centro-solo-in-elettrico/

Boffey D., 2019, Bump in the road: Bruges cobbles trip up electric scooter plans.
https://www.theguardian.com/world/2019/aug/09/bruges-cobbles-trip-up-electric-scooter-plans

ANSA, 2019 A Firenze sperimentazione bus elettrico di 12 metri.
https://www.ansa.it/canale_motori/notizie/eco_mobilita/2019/03/22/a-firenze-sperimentazione-bus-elettrico-di-12-metri_c324beb8-6be0-4737-bfb4-ac00a20f93f7.html

Hamidi, Z., Camporeale, R., Caggiani, L., 2019. Inequalities in access to bike-and-ride opportunities: Findings for the city of Malmö.

Manders T., Cox R., Wieczorek A., Verbong G., 2020, The ultimate smart mobility combination for sustainable transport? A case study on shared electric automated mobility initiatives in the Netherlands.

Böcker L., Anderson E., Priya Uteng T., Throndsen T., 2020 Bike sharing use in conjunction to public transport: Exploring spatiotemporal, age and gender dimensions in Oslo, Norway.

Fanara M., 2020, "Rinasce Firenze", ecco la nuova mobilità.
https://www.lautomobile.aci.it/articoli/2020/06/16/rinasce-firenze-ecco-la-nuova-mobilita.html

Nieddu G. B. 2020 Nuoro elettrica: 56 colonnine e 14 Ev comunali. Ma è solo l'inizio
https://www.vaielettrico.it/nuoro-elettrica-56-colonnine-e-14-e-v-comunali-ma-e-solo-linizio/

Comunità energetiche, i comuni autosufficienti in Sardegna, 2020
https://www.weforgreen.it/comunita-energetiche-comuni-autosufficienti-sardegna/

Cantarella M., 2020 Serrenti e Berchidda comuni virtuosi per progetti green, *http://www.itenovas.com/in-sardegna/645-campidano/serrenti/4035-serrenti-berchidda-comuni-virtuosi-progetti-green.html*

Giulio Barbieri outdoor solutions, Interventi a Erice.
https://www.giuliobarbieri.it/it/prodotti-outdoor/mobilita-elettrica-pensiline/stazione-ricarica-biciclette-elettriche-bike-sharing-elettrico_evo-bike

ALLEGATO 2

A1. Scudotermico

Campi di applicazione	Specifico per la realizzazione di intonaci di fondo termoisolanti interni ed esterni, mediante applicazione manuale o con macchina intonacatrice, su murature vecchie e nuove in laterizio, pietra, mattone, tufo o miste. Specifico per interventi di recupero, restauro conservativo e monumentale. Particolarmente adatto in bioedilizia per garantire igroscopicità e salubrità agli ambienti. Compatibile con supporti in calce canapa, paglia e bambù.
Legante UNI EN 459-1	Calcesana Calce Idraulica Naturale NHL 5
Forma	Polvere
Colore	Ambrato
Granulometria UNI EN 1015-1	0 - 3 mm
Massa volumica della malta essiccata UNI EN 1015-10	350 Kg/m3
Conducibilità termica UNI EN 1745	λ = 0,068 W/mK (T1)
Resistenza a compressione UNI EN 1015-11	Categoria CSI
Resistenza alla diffusione del vapore UNI EN 1015-19	$\mu < 5$
pH	13
Reazione al fuoco	Classe A1
Conforme alla Norma EN 998-1	T-CSI-W1
Consumo indicativo	4-6 kg/m2 per 10 mm di spessore
Confezione	Sacchi da 10 kg
Temperatura di applicazione	Applicare a temperature ambiente e del supporto comprese tra + 5 °C e + 35 °C in assenza di vento. Proteggere dall'essiccazione troppo rapida e dalla luce solare diretta, evitare correnti d'aria.
Stoccaggio	Conservare con il sacco integro in luogo fresco e asciutto, al riparo da umidità, pioggia, gelo o elevate fonti di calore, per un periodo non superiore ai 12 mesi.

A2. Rudus Risana

Campi di applicazione	Specifico come rinzaffo e intonaco per il risanamento di vecchie murature umide, adatto per l'applicazione manuale o con macchina intonacatrice su murature interne ed esterne vecchie e nuove in pietra, laterizio, mattone, tufo o mista, dove si necessita l'utilizzo di un intonaco naturale molto traspirante. Adatto per interventi di ristrutturazione e risanamento di vecchi edifici, per interventi di recupero e restauro monumentale in totale compatibilità con i materiali originari utilizzati in passato.
Legante	Calce Idraulica Naturale
UNI EN 459-1	NHL5
Forma	Polvere
Colore	Ambrato
Granulometria UNI EN 1015-1	UNI EN 1015-1 Da 0 a 1,2 mm
Massa volumica della malta essiccata UNI EN 1015-10	≈ 1100 Kg/m3
Adesione al supporto UNI EN 1015-12	≥ 0,2 N/mm2 - FP:B
Resistenza a compressione UNI EN 1015-11	Categoria CSII
Resistenza alla diffusione del vapore UNI EN 1015-19	μ < 5
Conducibilità termica UNI EN 1745	λ = 0,29 W/mK (valore tabulato)
pH	13
Reazione al fuoco	Classe A1
Conforme alla Norma EN 998-1	R-CSII
Consumo indicativo	10 - 12 kg/m2 per 10 mm di spessore
Confezione	Sacchi da 20 kg
Temperatura di applicazione	Applicare a temperature ambiente e del supporto comprese tra + 5 °C e + 35 °C in assenza di vento. Proteggere dall'essiccazione troppo rapida e dalla luce solare diretta, evitare correnti d'aria.
Stoccaggio	Conservare con il sacco integro in luogo fresco e asciutto, al riparo da umidità, pioggia, gelo o elevate fonti di calore, per un periodo non superiore ai 12 mesi.

A2. Fortis intonaco GR12

Campi di applicazione	Campi di applicazione: Adatto per la realizzazione di intonaci interni ed esterni, specifico per applicazione con macchina intonacatrice, su murature vecchie e nuove in laterizio, pietra, mattone, tufo o miste, dove si necessita l'utilizzo di un intonaco naturale molto traspirante. Specifico per interventi di recupero, restauro conservativo e monumentale, in totale compatibilità con i materiali originari utilizzati in passato, grazie alla sua formulazione con materie prime storiche. Particolarmente adatto in bioedilizia per garantire igroscopicità e salubrità agli ambienti. Compatibile con supporti in calce canapa, paglia e bambù.
	Calce Pozzolanica Pantheon
Legante	FL 5
UNI EN 459-1	Polvere
Forma	Ambrato
Colore	0 - 1,2 mm
Granulometria UNI EN 1015-1	1500 kg/m3
Massa volumica della malta essiccata UNI EN 1015-10	Categoria CSII
Resistenza a compressione UNI EN 1015-11	μ < 8
Resistenza alla diffusione del vapore UNI EN 1015-19	13
pH	Classe A1
Reazione al fuoco	GP-CSII-W0
Conforme alla Norma EN 998-1	13 - 14 kg/m2 per 10 mm di spessore
Consumo indicativo	Sacchi da 25 kg
Confezione	Applicare a temperature ambiente e del supporto comprese tra + 5 °C e + 35 °C in assenza di vento. Proteggere dall'essiccazione troppo rapida e dalla luce solare diretta, evitare correnti d'aria.
Temperatura di applicazione	
Stoccaggio	Conservare con il sacco integro in luogo fresco e asciutto, al riparo da umidità, pioggia, gelo o elevate fonti di calore, per un periodo non superiore ai 12 mesi.