



Interreg
CENTRAL EUROPE



European Union
European Regional
Development Fund

EfficienCE



MANUALE TRANSNAZIONALE PER L'IMPIEGO DI TECNOLOGIE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA NELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO PUBBLICO

(4) Progetti pilota

STAMPA

Numero del progetto:

CE1537 EfficienCE Efficienza energetica per le infrastrutture di trasporto pubblico nell'Europa centrale.

Finanziato da:

Interreg Central Europe (<http://interreg-central.eu/Content.Node/home.html>)

Titolo del documento ufficiale:

D.T. 2.3.2 Manuale transnazionale del progetto pilota EfficienCE

Editore:

Consorzio EfficienCE

Autori:

Mitja Klemenčič, Marijan Španer, Matej Moharić, Vlasta Rodošek (Università di Maribor)

Grafica e progettazione:

Levent Saran (Rupprecht Consult GmbH)

Data:

giugno 2022

Informazioni sul progetto EfficienCE

EfficienCE è un progetto di cooperazione finanziato dal programma Interreg CENTRAL EUROPE che mirava a ridurre l'impronta di carbonio nella regione. La maggior parte delle città dell'Europa centrale dispone di ampi sistemi di trasporto pubblico, che possono costituire la base di servizi di mobilità a basse emissioni di carbonio. Poiché oltre il 63% dei pendolari della regione utilizza il trasporto pubblico, le misure per aumentare l'efficienza energetica e la quota di energie rinnovabili in tali infrastrutture possono avere un impatto particolarmente elevato sulla riduzione di CO₂.

Questo obiettivo è stato raggiunto con il sostegno alle autorità locali, alle autorità di trasporto pubblico e agli operatori attraverso lo sviluppo di strategie di pianificazione e piani d'azione, l'attuazione di azioni pilota, lo sviluppo di strumenti e formazione per la programmazione e la gestione di infrastrutture a basse emissioni di carbonio e il trasferimento di conoscenze e buone pratiche sulle misure di efficienza energetica nelle regioni dell'Europa centrale.

Dodici partner, tra cui sette autorità/aziende di trasporto pubblico di sette Paesi, hanno collaborato per tre anni per sfruttare le potenzialità inesprese di questo settore e per contribuire agli obiettivi del "Libro Bianco" dell'UE per ridurre le emissioni dei trasporti del 60% entro il 2050 e dimezzare l'uso di veicoli "alimentati con carburanti convenzionali" nel trasporto urbano entro il 2030.

Indice

Sintesi	5
1. Progetti pilota	6
1.1. Implementazione di un impianto fotovoltaico integrato in una stazione della metropolitana per alimentare gli edifici ausiliari con le FER (Vienna, Austria)	6
1.2. Utilizzo dell'energia di frenata recuperata e delle FER per l'alimentazione dell'edificio del deposito dei filobus (Gdynia, Polonia)	8
1.3. Potenziamento di una sottostazione tranviaria esistente e integrazione di un caricatore rapido per autobus elettrici (Maribor, Slovenia)	10
1.4. Integrazione di una stazione di accumulo di riserva nella rete tranviaria per aumentare l'efficienza energetica (Pilsen, Repubblica Ceca)	15
2. Conclusioni	18
3. Bibliografia	19

Sintesi



Foto della città di Lipsia

Il progetto EfficienCE si è concentrato sull'efficienza energetica delle infrastrutture di trasporto pubblico dell'Europa centrale e ha condotto ricerche per individuare i contributi per un'infrastruttura di trasporto pubblico (TP) efficiente. L'attenzione si è concentrata sui seguenti argomenti:

Temi principali dei progetti pilota
Accumulo di energia nelle infrastrutture di trasporto pubblico
Integrazione di sistemi fotovoltaici (FV)
Uso polivalente delle infrastrutture di trasporto pubblico
Strumenti per l'audit energetico (EAT, Energy audit tools)
Caricatore rapido per autobus elettrici
Ricarica in movimento (IMC, In motion charging)

Il progetto ha implementato e testato soluzioni per migliorare l'efficienza energetica delle infrastrutture di TPL e integrare le FER nei sistemi di TPL per ridurre la dipendenza del TPL dai combustibili fossili e garantire che rimanga accessibile ed efficiente nei Paesi dell'Europa centrale.

I quattro investimenti pilota del progetto EfficienCE affrontano i temi citati in precedenza.

Wiener Linien ha realizzato un impianto fotovoltaico integrato nella stazione della metropolitana per alimentare gli edifici ausiliari con le FER.

Negli ultimi anni, l'azienda di trasporto filoviario di Gdynia (PKT) ha studiato tutti e tre i temi del progetto EfficienCE. Tuttavia, il progetto EfficienCE presenta i risultati degli investimenti nell'uso dell'energia di frenata recuperata e delle FER per l'alimentazione del deposito dei filobus.

Il Comune di Maribor ha potenziato una sottostazione tranviaria esistente e ha integrato un caricatore rapido per autobus elettrici.

Infine, l'azienda municipale dei trasporti PMDP di Pilsen ha dimostrato l'integrazione di un sistema di stoccaggio di emergenza nella rete di filobus. Il lavoro di ricerca si è concentrato sul miglioramento dell'efficienza energetica.

1. Progetti pilota

Progetto pilota 1 – Implementazione dell'integrazione di un sistema fotovoltaico nella stazione della metropolitana:

- installazione di un sistema fotovoltaico sul tetto della stazione della metropolitana di Vienna;
- integrazione e test dell'energia prodotta dal sistema fotovoltaico nel sistema energetico della stazione per alimentare le unità di potenza ausiliarie.

Progetto pilota 2 – Implementazione dell'integrazione dell'energia di frenata e delle FER per alimentare il deposito dei filobus:

- installazione di un inverter per immettere l'energia recuperata dalle catenarie nel sistema energetico dell'edificio del deposito a Gdynia.

Progetto pilota 3 – Implementazione di un caricatore rapido per autobus elettrici:

- potenziamento della sottostazione polivalente e installazione del caricatore rapido che utilizza l'energia della sottostazione polivalente di Maribor;
- l'energia sarà fornita per la ricarica di autobus elettrici, auto elettriche e tram.

Progetto pilota 4 – Implementazione dell'integrazione dell'accumulo di riserva nella rete filoviaria:

- installazione di una stazione di accumulo di riserva per l'energia in eccesso a Pilsen;
- fornitura di capacità aggiuntiva su richiesta per la rete di catenarie.

1.1 Implementazione di un impianto fotovoltaico integrato in una stazione della metropolitana per alimentare gli edifici ausiliari con le FER (Vienna)

Breve descrizione dell'investimento pilota

In qualità di azienda di trasporto pubblico, Wiener Linien gestisce molte proprietà a Vienna che potrebbero essere utilizzate per la generazione di energia solare. Il potenziale è stimato a 100.000 metri quadrati. Tuttavia, finora non è stato possibile installare sistemi fotovoltaici convenzionali a causa della statica. Il foglio fotovoltaico è il nuovo prodotto molto più leggero degli impianti convenzionali che soddisfa i requisiti speciali per la messa a terra elettrica in un edificio della metropolitana.

Il progetto pilota gestisce la realizzazione di una centrale fotovoltaica pivot e lo sviluppo di uno strumento di monitoraggio energetico (EMT, energy monitoring tool) per la stazione sotterranea, nonché il monitoraggio e la valutazione del funzionamento di questo nuovo impianto fotovoltaico.

Risorse necessarie

Per la prima volta, i fogli fotovoltaici sono stati incollati al tetto di una stazione della metropolitana e sono cinque volte più leggeri rispetto agli impianti fotovoltaici convenzionali. Un'altra caratteristica particolare risiede nel fatto che un sistema ferroviario a corrente continua e la generazione di energia da fotovoltaico vengano operati insieme.

Le sfide principali riguardano l'integrazione di questa nuova tecnologia nei sistemi esistenti. Poiché la rete metropolitana è alimentata a corrente continua (CC), esiste il rischio di correnti vaganti, pertanto l'impianto fotovoltaico deve essere dotato di uno speciale strato isolante. Un altro requisito è il peso. Per quanto riguarda la progettazione, non esistono requisiti particolari oltre quelli di un normale impianto fotovoltaico.



Figura 1: immagine aerea dell'impianto fotovoltaico (05-2020), © Wien Energie GmbH

Casi di successo

L'impianto fotovoltaico ha una dimensione di 360 metri quadrati e una produzione annua di 60,3 kW al picco e di circa 62.000 kWh di energia solare: in questo modo si risparmiano più di 21 tonnellate di CO2 all'anno.

Le prestazioni dell'impianto sono fortemente caratterizzate dall'energia elettrica prodotta. Come strumento di misura viene utilizzato il Siemens PAC 3200 e i dati ottenuti vengono trasferiti automaticamente al sistema di controllo energetico. La produzione energetica annua è superiore alle previsioni precedenti l'inizio del progetto.

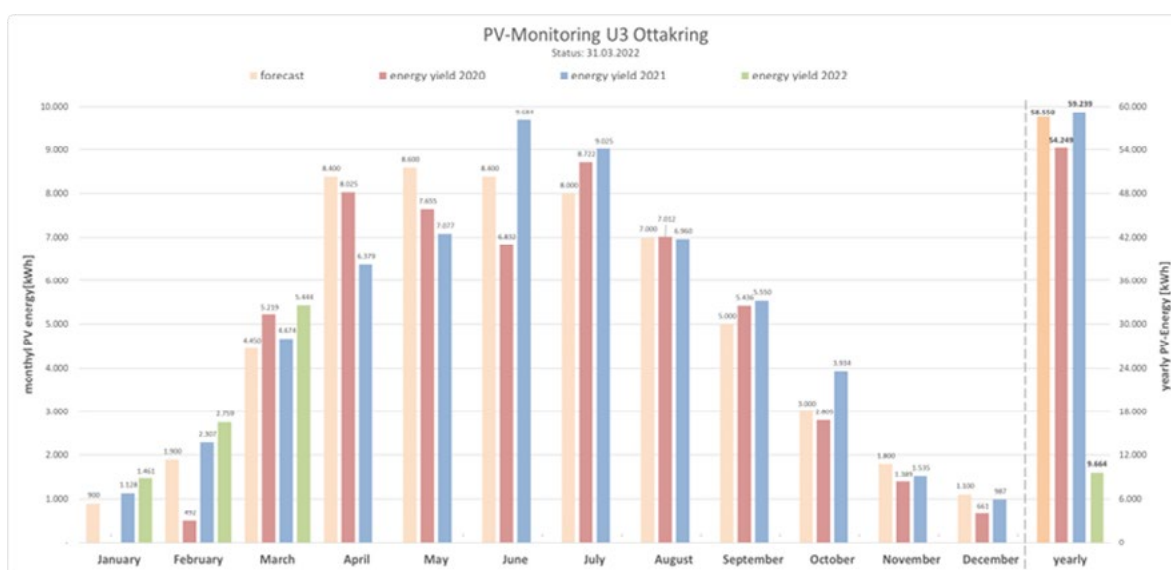


Figura 2: rendimento energetico dell'impianto fotovoltaico

Difficoltà riscontrate

Una delle sfide principali è stata la collocazione delle apparecchiature tecniche, come il convertitore di frequenza. Poiché non è stato possibile installarlo sul tetto della stazione (a causa del rumore), è stato allocato in un punto al suo interno. Per il passaggio dei cavi era necessario un piano preciso per ridurre la distanza tra il locale tecnico e il locale del distributore della rete a bassa tensione.

Dopo aver collegato il quadro di distribuzione della rete a bassa tensione al locale tecnico, i componenti di misurazione sono stati installati sull'interruttore automatico. Poiché sono stati utilizzati i collettori esistenti, per le misurazioni dei consumi sono stati sostenuti solo costi aggiuntivi minimi. Le regolazioni per il passaggio dei cavi sono state quelle previste.

Poiché questo prodotto e la sua applicazione sono una novità, è stato necessario testarne e valutarne le prestazioni. È stato incluso un sistema di misurazione. Sono state misurate sia le condizioni ambientali (radiazione solare, umidità e temperatura dell'aria) sia le prestazioni del sistema (corrente e tensione in due punti: vicino ai pannelli sul tetto e nel locale di installazione elettrica accanto all'inverter CA/CC).

Potenziale di apprendimento e trasferimento

In termini di fattibilità, il progetto pilota ha superato tutti gli ostacoli (come peso e messa a terra elettrica) affrontati da altri potenziali siti fornitori di mobilità. I risultati e le prospettive per i potenziali impianti fotovoltaici futuri risiedono nel fatto che è possibile realizzare senza problemi un impianto fotovoltaico su un edificio ferroviario. Da un punto di vista elettrotecnico, si può affermare che l'impianto fotovoltaico non ha effetti negativi sulla trazione e viceversa. In sintesi, i fogli fotovoltaici sono un'ottima opzione per gli edifici più vecchi con problemi di statica, ma se quest'ultima lo consente, si dovrebbero utilizzare moduli standard per motivi economici.

1.2 Utilizzo dell'energia di frenata recuperata e delle FER per l'alimentazione dell'edificio del deposito dei filobus (Gdynia)

Breve descrizione dell'investimento pilota

L'energia di frenata recuperata inutilizzata dei filobus ha spinto l'azienda di trasporto filoviario di Gdynia (PKT) a implementare soluzioni di ottimizzazione energetica. L'investimento limiterà le perdite di energia all'interno della rete di trazione filoviaria usando l'energia di frenata recuperata inutilizzata. Tale energia scompare quando il calore presente nelle resistenze di frenata viene immesso nella rete. Investendo in una soluzione, l'energia di frenata recuperata inutilizzata viene trasferita alla rete del deposito dei filobus per alimentare l'edificio (illuminazione del deposito, e altro).

Risorse necessarie

Ciò è possibile grazie a un innovativo inverter che consente di immettere direttamente nel sistema dell'edificio l'energia che altrimenti andrebbe sprecata. Per collegare la rete di trazione CC e la rete CA dell'edificio, è necessario collocare nel deposito un inverter CC/CA appositamente progettato. L'inverter CC/CA è importante in quanto consente di recuperare l'energia di frenata inutilizzata e di immetterla nell'edificio del deposito, di controllare il livello di consumo energetico nella rete di trazione, di rilevare la presenza di energia inutilizzata e di controllare accuratamente il consumo di energia dell'edificio del deposito sviluppando ulteriormente il sistema di monitoraggio energetico (EMS, energy monitoring system).

Casi di successo

Il sistema di stoccaggio e di trasformazione dell'energia è stato implementato nel deposito PKT di Gdynia e collegato alle linee aeree dei filobus anche come fonte di energia per la stazione di ricarica per le auto elettriche. Sono stati misurati la disponibilità della potenza di carica e i valori di uscita della tensione CA. Inoltre, è stata testata la possibilità di recupero dell'energia di frenata di assorbimento.

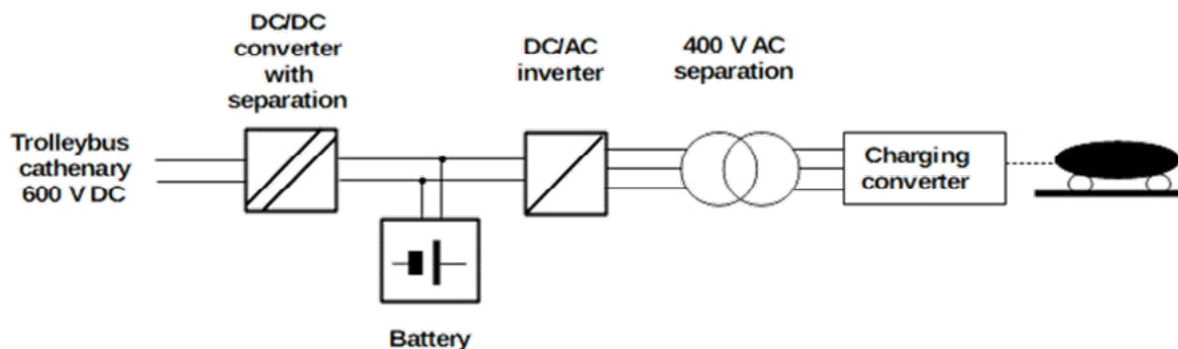


Figura 3: lo schema del sistema innovativo

Difficoltà riscontrate

Il dispositivo è stato anche testato come fonte di energia per le stazioni di ricarica delle auto elettriche. Nelle prime fasi dei test è stata analizzata la cooperazione delle stazioni di ricarica in diverse condizioni, in diverse ore del giorno e con diversi tipi di veicoli. Successivamente, il funzionamento della stazione di ricarica è stato testato con un'elevata intensità di carica, il che ha permesso di verificare le ipotesi progettuali e di determinare le applicazioni pratiche.

Sono stati misurati la disponibilità della potenza di carica e i valori di uscita della tensione CA. È stato eseguito il test per la possibilità di recupero dell'energia di frenata di assorbimento.

Il problema risiedeva nel fatto che la stazione fosse sovraccaricata da un ricevitore CA da 400 V (stazione di ricarica per auto elettriche). La protezione dell'inverter contro i sovraccarichi non era sufficiente e il verificarsi di tale situazione ne ha causato lo spegnimento; l'inverter deve essere collegato alla linea aerea di contatto tramite un sezionatore con un telecomando che può essere controllato dall'apposito centro della sottostazione. Ciò facilita la riconfigurazione del sistema di alimentazione in caso di emergenza e la disconnessione della stazione di ricarica durante i lavori di manutenzione della catenaria. Per evitare che il dispositivo si spenga in caso di interruzione dell'alimentazione della linea aerea (mancanza dell'alimentazione CC da 600 V), sono state utilizzate le batterie della stazione dell'inverter.

Potenziale di apprendimento e trasferimento

Il vantaggio del dispositivo risiede nel fatto che questo tipo di caricatore non è fissato al suolo e può essere collocato ovunque sia presente una rete di trazione. Il collegamento della stazione non richiede costi di installazione aggiuntivi e l'assenza di concessioni edilizie riduce il periodo di investimento.

Poiché il vantaggio della rete di trazione è la sua grande estensione nello spazio in molte città e, pertanto, la sua ampia accessibilità, può essere utilizzata per alimentare le stazioni di ricarica dei veicoli quando il collegamento alla linea elettrica CA risulta difficile, ad esempio a causa di lavori edili.

Un inverter con accumulo energetico, che raccoglie l'energia di frenata e di trazione in eccesso, è stato progettato e costruito per stoccare e trasmettere questa energia per alimentare l'edificio del deposito o la stazione di ricarica delle auto elettriche. Questo dispositivo permette di catturare questa energia in eccesso dalla rete (generata dalle frenate dei filobus) e di gestirla. L'inverter utilizza una batteria usata di un filobus che funge da dispositivo di stoccaggio energetico, il che rivela un altro potenziale, ovvero la "seconda vita" delle batterie di trazione usate.

Dopo l'implementazione, il modello di collegamento tra trasporto individuale e pubblico potrà essere testato su scala più ampia posteggiando le auto in parcheggi con aree di scambio collegate al centro città da una rete di filobus o tram e riportandole a casa con un'auto ricaricata con "energia verde".



Figura 4: accumulo di energia elettrica a batteria; utilizzo di una batteria di trazione di seconda vita di un filobus (Fonte: PKT di Gdynia)

1.3 Potenziamento di una sottostazione tranviaria esistente e integrazione di un caricatore rapido per autobus elettrici (Maribor)

Breve descrizione dell'investimento pilota

Il Comune di Maribor (MOM) ha investito nella modernizzazione di una stazione tranviaria esistente e nell'integrazione di una stazione di ricarica rapida per autobus elettrici presso la stazione Vzpenjača di Maribor (capolinea della linea 6). Ciò consentirà un uso polivalente dell'infrastruttura di trasporto pubblico locale (TPL) esistente mediante l'utilizzo dell'elettricità della stazione funiviaria sia per il funzionamento della funivia sia per la ricarica di un autobus elettrico. Altre misure preparatorie nell'ambito dell'attività pilota corrispondevano uno studio di fattibilità tecnica. La documentazione tecnica includeva la preparazione della procedura di gara per il caricatore rapido per autobus elettrici, che in seguito è stato installato e collegato.

Risorse necessarie

Il progetto pilota si è concentrato sulla stazione polivalente di ricarica rapida per autobus elettrici, che è stata utilizzata per ricaricare le stazioni tranviarie e di e-car sharing. È stato inoltre necessario un autobus elettrico per testare l'apposito caricatore.

La sfida principale del progetto pilota risiedeva nell'implementare una stazione di ricarica rapida per autobus elettrici polivalente e nel misurare la stabilità della rete in diverse circostanze (stazione tranviaria, e-car sharing, altre utenze occasionali durante eventi di dimensioni maggiori), prima e dopo l'implementazione.

Il grafico seguente mostra la percentuale stimata dei vari lavori per l'infrastruttura elettrica per la stazione di ricarica da 150 kW (174 kVA), senza il prezzo per la fornitura e la costruzione della stazione di ricarica.

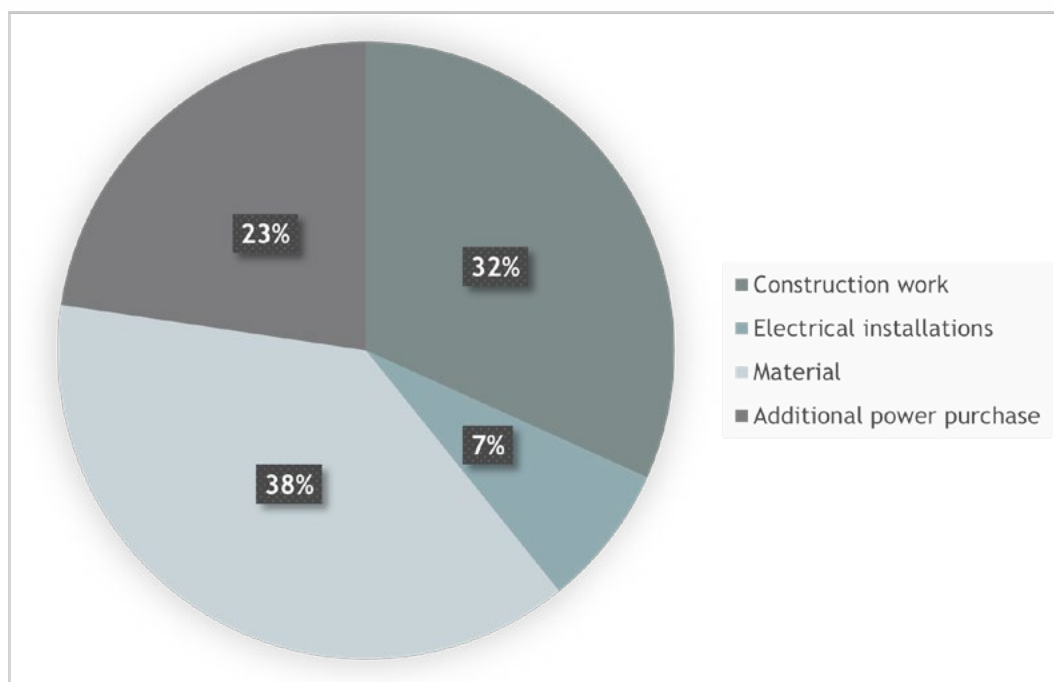


Figura 5: percentuale di vari lavori per la realizzazione di una stazione di ricarica

Il 38% di tutti i costi era rappresentato dalle spese per i materiali, seguite da quelle per i lavori edili (32%) e per l'acquisto di energia elettrica supplementare per 150 kW di potenza.

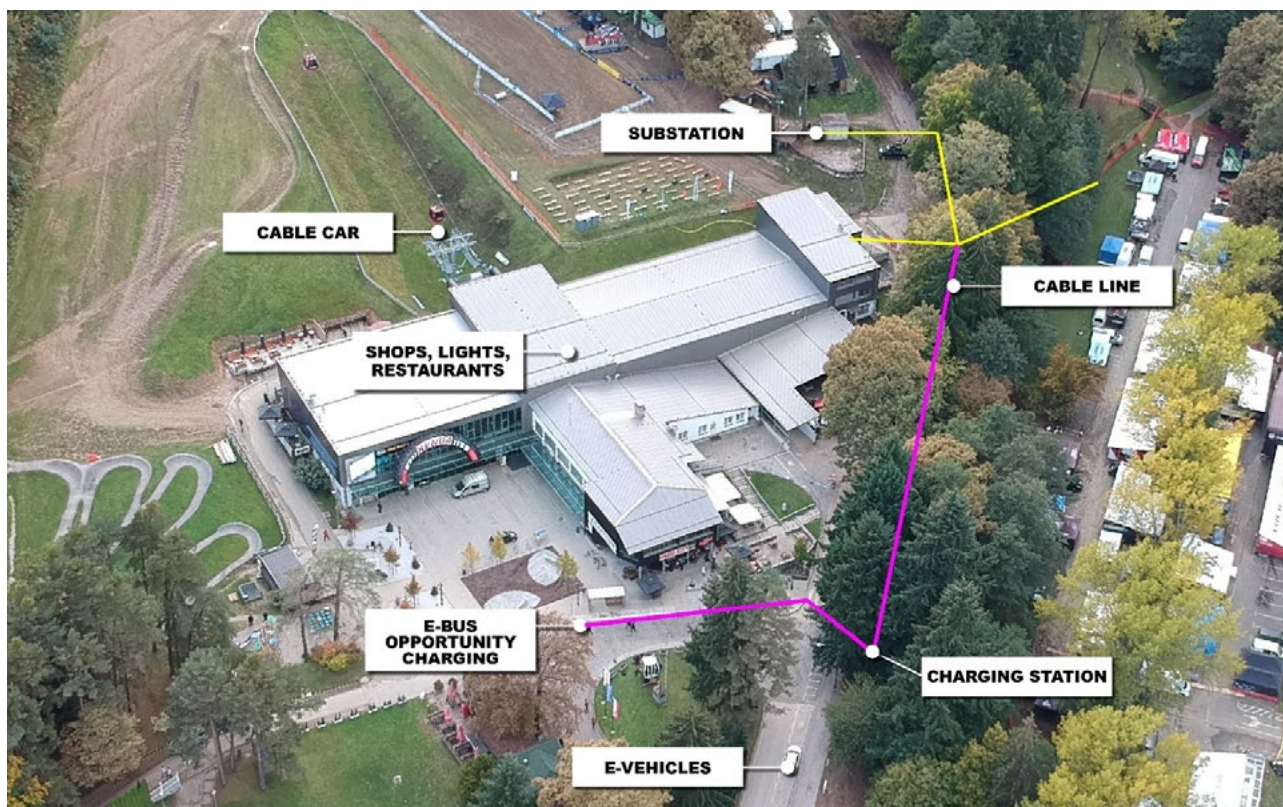


Figura 6: immagine aerea di una ricarica rapida (opportunity charger) di un autobus elettrico presso la stazione di Vzpenjača (Fonte: città di Maribor)

Casi di successo

La stazione di ricarica rapida è stata messa in funzione giovedì 16 giugno 2022. Durante questo periodo, gli autobus sono stati ricaricati con 835,63 kWh di energia. Il caricatore è stato utilizzato 102 volte e il tempo medio di ricarica è stato di 4 minuti.

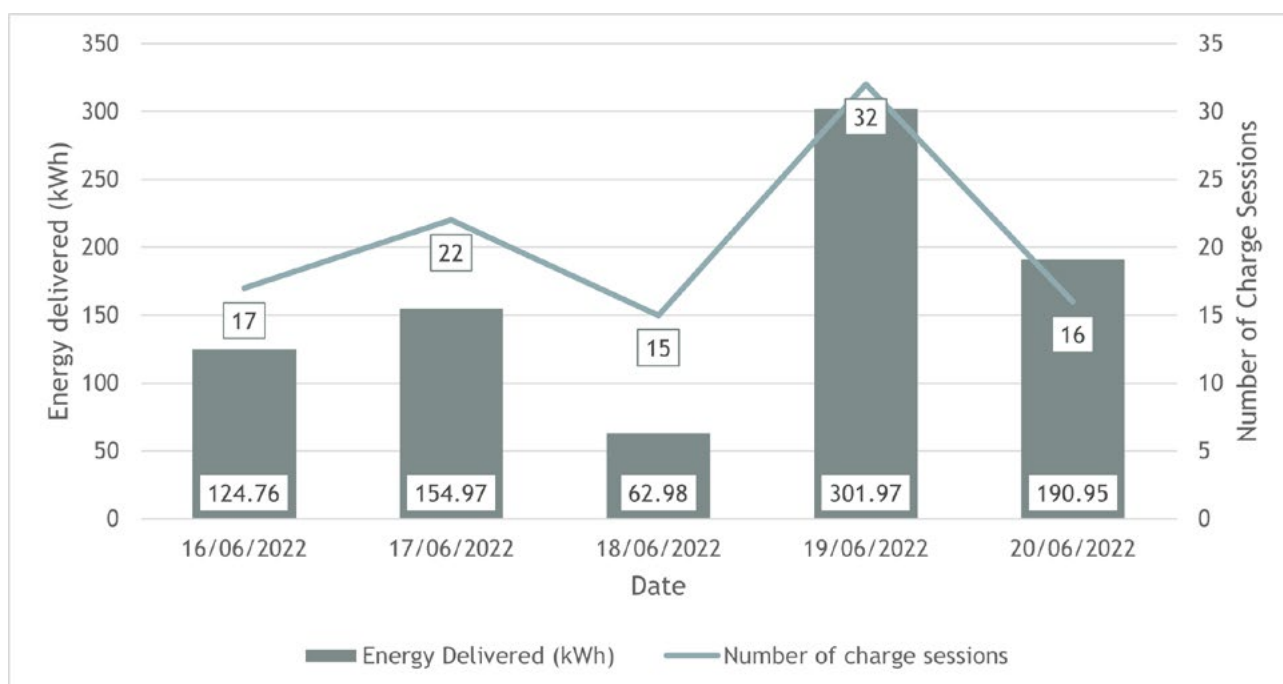


Figura 7: sessioni di ricarica ed energia erogata sulla stazione di ricarica rapida di Sp. Vzpenjača

È stato misurato anche il tempo di ricarica in tempo reale senza manipolare il pantografo: ciò è importante per calcolare la reale potenza di ricarica della stazione di ricarica rapida e per una migliore ottimizzazione degli orari degli autobus.

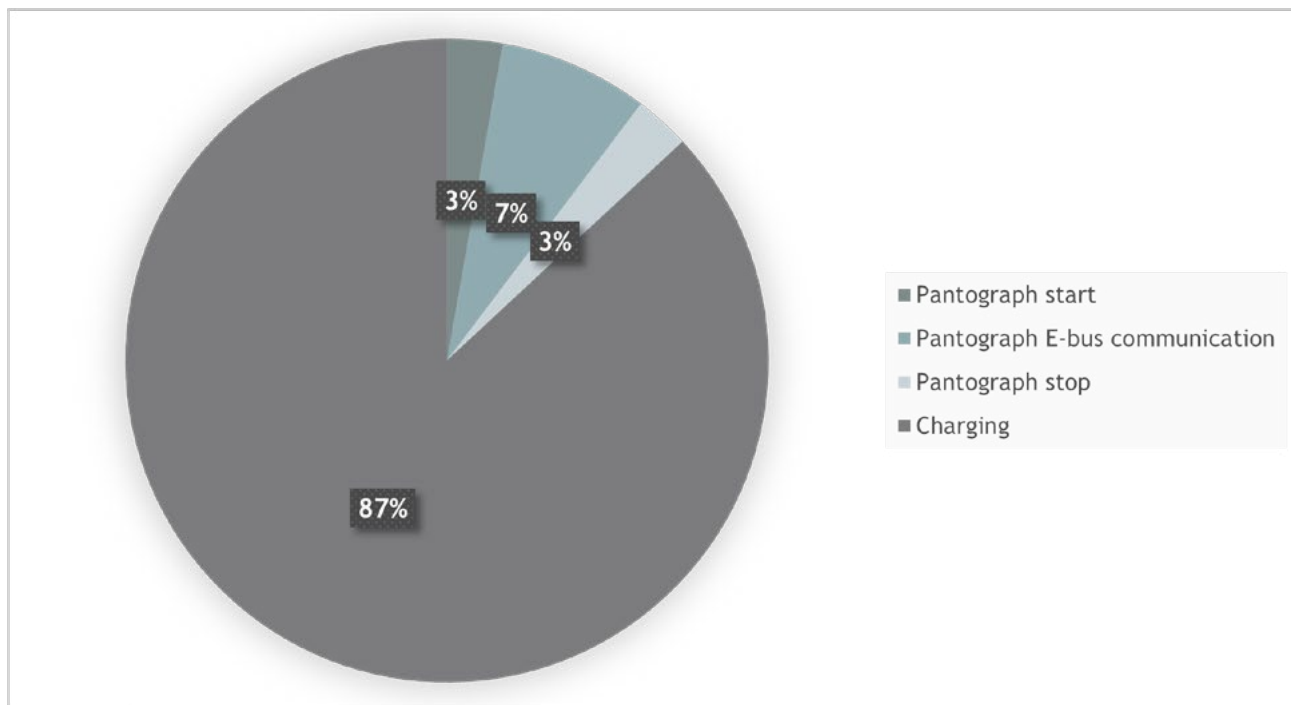


Figura 8: durata della sessione di carica



Foto della città di Lipsia

La tabella seguente mostra il tempo di ricarica dell'autobus elettrico per un minuto. L'87% del tempo viene impiegato per la ricarica, il 7% per stabilire la comunicazione tra il caricatore rapido e l'autobus e il 6% per spostare il pantografo verso l'alto e verso il basso.

Evento	Percentuale	Durata (mm:ss)
Spostamento del pantografo	6%	00:04
Comunicazione tra autobus elettrico e pantografo	8%	00:05
Ricarica	87%	00:51

Durante il test del caricatore rapido sono stati riscontrati molti errori al momento del processo di ricarica. Solo il 73% di tutte le operazioni completate è riuscito, mentre il resto era costituito da errori. Nel 14% dei casi di completamenti non riusciti, la posizione dell'autobus elettrico non era corretta. In ulteriori test, questo errore potrà essere corretto, poiché la causa risiede nel raggio di sterzata dei tram Sp.

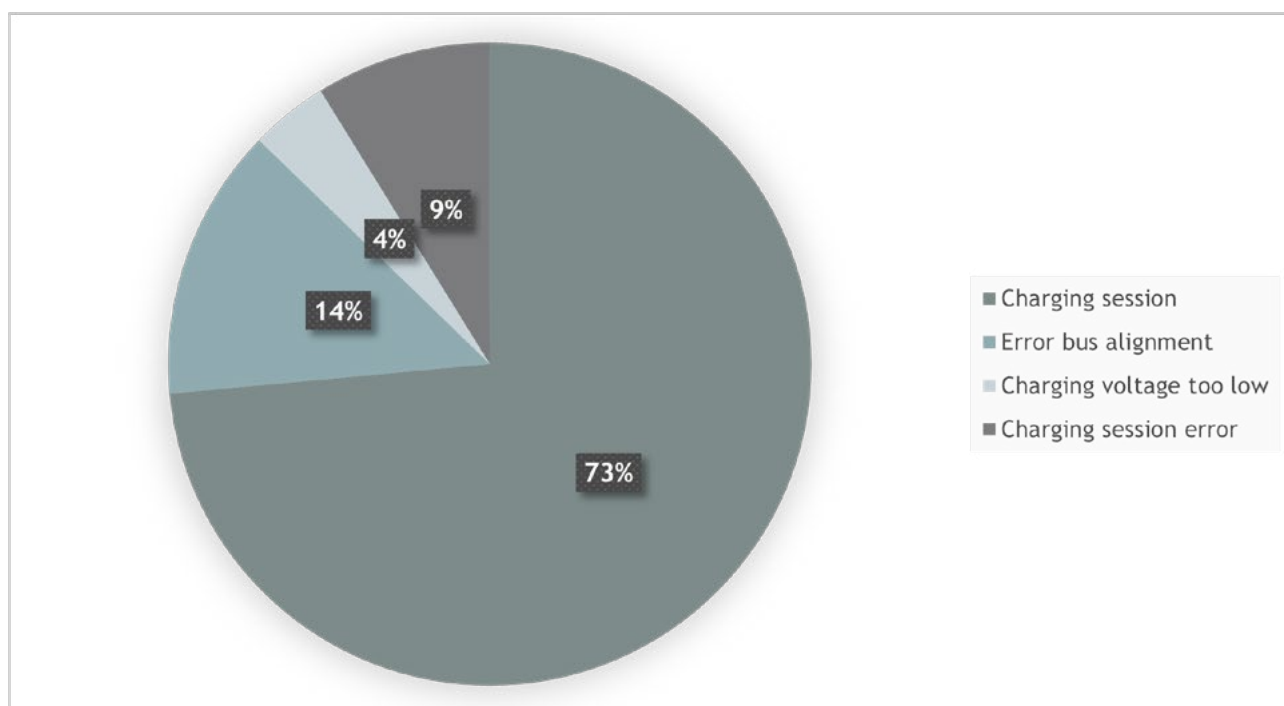


Figura 9: panoramica dei motivi di arresto della ricarica della stazione di ricarica rapida di Sp. Vzpenjača

Difficoltà riscontrate

Per l'alimentazione è stato necessario costruire un nuovo condotto dal trasformatore alla stazione di ricarica (scatola di alimentazione), in cui è stata inserita una nuova linea di cavi a bassa tensione. Dalla scatola di alimentazione al pantografo è stato predisposto un nuovo condotto per i cavi, in cui sono stati inseriti i cavi CC e di comunicazione per l'alimentazione del pantografo.

È prevista un'analisi energetica completa del trasformatore di potenza esistente a cui verrà collegata una stazione di ricarica per autobus elettrici. Le misurazioni del carico del trasformatore vengono eseguite in due fasi: la prima serie di misurazioni valuta il carico di corrente della sottostazione prima del collegamento della stazione di ricarica, mentre la seconda serie viene eseguita dopo il collegamento della stazione di ricarica.

Il carico di picco massimo durante la misurazione tra il 2020 e il 2022 è stato di 399 kVA. Considerando il carico di picco massimo e la stazione di ricarica da 150 kW (174 kVA), la potenza apparente sarebbe di 573 kVA, che corrisponde al trasformatore esistente da 630 kVA. Se la capacità della stazione di ricarica venisse aumentata di 300 kW (ossia al carico apparente massimo collegato della stazione di ricarica di 348 kVA), il carico di picco potrebbe essere di 698 kVA. Il trasformatore esistente da 630 kVA sarebbe inadeguato e dovrebbe essere sostituito con un nuovo trasformatore da 1000 kVA.

Potenziale di apprendimento e trasferimento



Figura 10: dimostrazione del funzionamento del pantografo (Fonte: città di Maribor)

L'investimento servirà da vetrina per un'infrastruttura polivalente di TPL per la ricarica di autobus elettrici, auto elettriche e tram non solo a Maribor, ma in tutta l'Europa centrale. L'esperienza con EfficienCE e i suoi insegnamenti consentiranno alla Municipalità di Maribor di espandere l'infrastruttura polivalente di TPL in città, poiché esiste un elevato potenziale di replicabilità per il potenziamento delle sottostazioni della sua rete a costi contenuti.

1.4 Integrazione di una stazione di accumulo di riserva nella rete tranviaria per aumentare l'efficienza energetica (Pilsen)

Breve descrizione dell'investimento pilota

La soluzione innovativa consiste nell'utilizzo di una stazione di accumulo di riserva direttamente nel tratto di linea aerea problematico, che dipende da batterie ad alte prestazioni e da un controllo computerizzato intelligente e non richiede né un'alimentazione esterna, né grossi lavori edili. La base tecnica della stazione di emergenza è costituita da un'unità di trazione isolata galvanicamente (CC 600 V/CC 600 V) che garantisce una trasmissione di energia sicura e affidabile da e verso l'unità. Il dispositivo di controllo della rete della stazione controlla la trazione dell'unità. Nella stazione di emergenza è stato installato un climatizzatore per garantire l'equalizzazione della temperatura, fondamentale per la salute e la longevità delle batterie. La tecnologia e tutti i componenti della stazione di emergenza si inseriscono nel telaio d'acciaio autoportante, consentendo un'installazione o una rimozione facile e veloce. Il limite principale di questa soluzione è il supporto a breve termine del sistema aereo e la durata delle batterie.

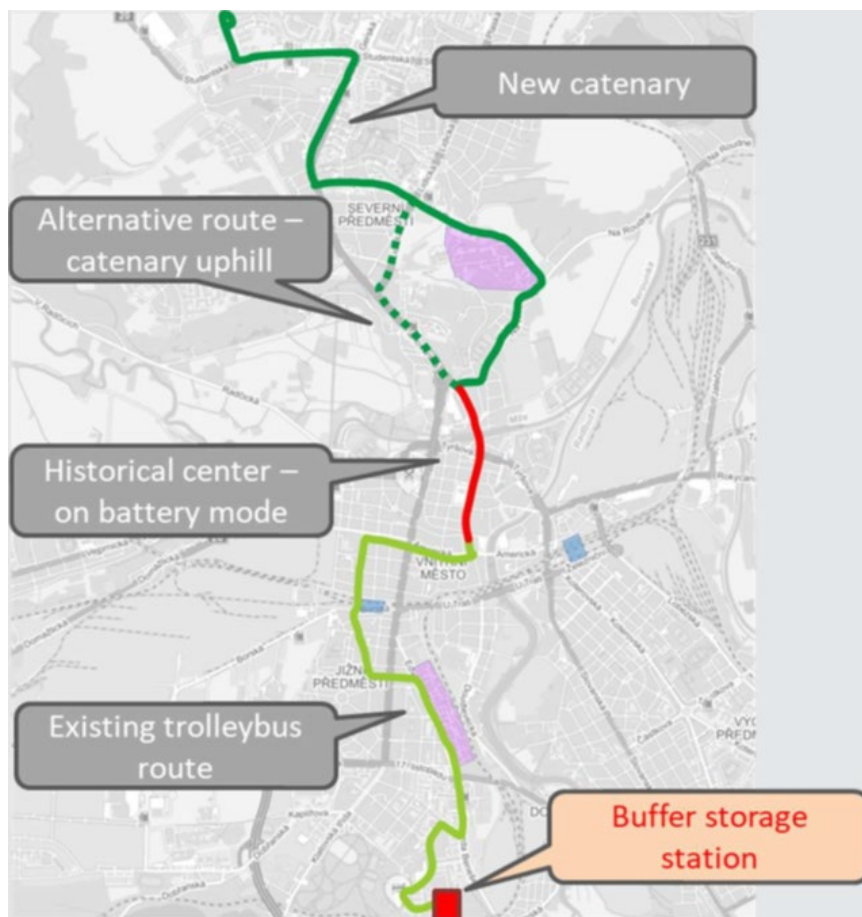


Figura 11: progetto dei filobus per l'ospedale e la periferia nord

Risorse necessarie

L'aumento dei filobus e dei filobus a batteria comporta anche un incremento del consumo di energia aerea. Alcuni tratti della linea aerea hanno già raggiunto il limite di potenza: qui, quando il carico è maggiore, la tensione sulla linea aerea viene ridotta. Questo calo di tensione provoca guasti di breve durata alla rete elettrica. La soluzione innovativa, insieme all'implementazione dell'accumulo di riserva direttamente nel punto in cui si trova il tratto di linea aerea debole, costituisce la risposta alle soluzioni convenzionali. L'innovativa stazione di stoccaggio di emergenza è composta da una batteria ad alte prestazioni e da un sistema di controllo computerizzato intelligente. Tutti i componenti, insieme al sistema di climatizzazione (per garantire un clima adeguato nel deposito delle batterie), si integrano perfettamente in un telaio in acciaio autoportante. Se necessario, questa soluzione garantisce flessibilità in termini di facilità e rapidità di installazione o ricollocazione. Per il funzionamento della stazione di stoccaggio di emergenza non è necessaria l'alimentazione esterna.

Casi di successo

La soluzione è adatta nei casi in cui è necessario rafforzare la rete di alimentazione ed evitare cali di tensione con carichi più elevati; può essere utilizzata insieme a una fonte di energia rinnovabile, come i pannelli fotovoltaici. È importante determinare correttamente i parametri richiesti (capacità, efficienza, carico della corrente di picco).

Difficoltà riscontrate

L'utilizzo di un numero più elevato di filobus che si ricaricano in movimento comporta un maggior consumo di elettricità nei tratti in cui questi veicoli sono in funzione e si ricaricano. In alcuni tratti, la rete elettrica esistente raggiunge il suo limite di capacità, che comporta una riduzione della tensione

nel filobus con carichi più elevati. Questi cali di tensione possono portare a momentanee interruzioni di corrente o a guasti immediati nelle unità di trazione dei filobus, che smettono preventivamente di funzionare quando la tensione è troppo bassa.

La prima sfida nell'implementazione delle stazioni di batterie in affitto a supporto della trazione filoviaria risiedeva nel fatto che solo i prototipi di tali stazioni erano disponibili sul mercato; pertanto, era necessario specificare i parametri richiesti prima di indire una gara d'appalto per l'acquisto. È stato inoltre necessario essere innovativi nel campo dei costi (sfida economica), superando il budget previsto e predisposto. Il prezzo del contratto di affitto è aumentato a causa della RDO (richiesta di offerta) e comprendeva i requisiti per testare il prototipo della stazione per le batterie. Oltre a queste due sfide, è stato necessario superare il problema tecnico relativo alla collocazione della stazione per le batterie con il sezionatore e l'isolamento nell'area del diametro di sterzata dei filobus.

Potenziale di apprendimento e trasferimento

I test pilota si sono concentrati sulla raccolta di dati in caso di interruzione/ricostruzione della stazione di conversione di carico (a supporto della rete nel tratto finale) e in caso di supporto alla rete in concomitanza con un aumento del consumo. La prima impressione dell'investimento installato è positiva. La soluzione è trasferibile a qualsiasi operatore di filobus o tram di TPL, con il supporto necessario per rafforzare la rete di alimentazione elettrica evitando cali di tensione in presenza di carichi elevati; è adatta anche in combinazione con una fonte di energia rinnovabile (pannelli FV).



Figura 12: stoccaggio di emergenza (Fonte: PMDP)

2. Conclusioni

EfficienCE mira ad aumentare l'efficienza energetica e l'uso di energie rinnovabili nelle infrastrutture di trasporto pubblico per raggiungere gli obiettivi energetici locali, regionali e dell'UE. A tal fine, 12 partner, tra cui 7 autorità/aziende di trasporto di 7 diversi Paesi dell'Europa centrale, hanno collaborato per testare nuove tecnologie di risparmio energetico nelle infrastrutture di TPL, le prime del loro genere nella Comunità europea: dall'integrazione delle energie rinnovabili nelle stazioni della metropolitana (Vienna) e nei depositi di filobus (Gdynia), al potenziamento di una sottostazione per l'uso polifunzionale dell'infrastruttura di TP esistente (Maribor) e alle nuove tecnologie di accumulo di riserva (Pilsen).

Tutti i progetti pilota sono stati implementati e testati con successo nell'ambito del progetto, ma sono anche parte integrante delle strategie comunali e/o dei PUMS (piani di mobilità urbana sostenibile) per l'aumento dell'efficienza energetica. L'implementazione di un sistema fotovoltaico integrato nella stazione della metropolitana ha dimostrato che è possibile utilizzare le superfici dei tetti delle infrastrutture pubbliche per fornire elettricità a utenti e edifici. L'energia di frenata recuperata viene trasferita alla rete del deposito dei filobus per alimentare l'edificio. Il collegamento della stazione non richiede costi di installazione aggiuntivi né concessioni edilizie, il che riduce il periodo di investimento. Il potenziamento di una sottostazione tranviaria esistente e l'integrazione di un caricatore rapido per autobus elettrici consentono di espandere l'infrastruttura polivalente cittadina di TP, poiché esiste un elevato potenziale di replicabilità per il potenziamento della sottostazione a costi contenuti nella rete. L'integrazione di una stazione di accumulo di riserva nella rete di filobus per aumentare l'efficienza energetica e di una soluzione innovativa rappresenta l'impiego diretto di una stazione di accumulo di riserva. La tecnologia e tutti i componenti della stazione intermedia si inseriscono nel telaio d'acciaio autoportante, che consente un'installazione o una ricollocazione semplice e rapida.

I risultati del progetto presentano un alto livello di trasferibilità e i progetti diventano un nucleo per lo sfruttamento di investimenti e di effetti moltiplicatori per le infrastrutture di TPL a basso consumo energetico.

3. Bibliografia

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.1, Preparazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.1, Preparazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.1, Preparazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.1, Preparazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.2, Attuazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.2, Attuazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.2, Attuazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.2, Attuazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.3, Valutazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.3, Valutazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.3, Valutazione del progetto pilota EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.3, Valutazione del progetto pilota EfficienCE

MAGGIORI INFORMAZIONI SU EfficienCE



Visita il nostro sito web:
<https://www.interreg-central.eu/efficiency>

Contatti



+49 341 123 59 10

Partner principale: Città di Lipsia, Germania



Responsabili di progetto:

Sebastian Graetz
sebastian.graetz2@leipzig.de

Marlene Damerau
m.damerau@rupprecht-consult.eu



<https://www.linkedin.com/company/interreg-efficiency/>



www.facebook.com/Interreg.EfficienCE/



[@Int_EfficienCE](https://twitter.com/Int_EfficienCE)

TAKING
COOPERATION
FORWARD



BUDAPESTI
KÖZLEKEDÉSI
KÖZPONT



redmint



GDAŃSK UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY



Leipziger
Verkehrsbetriebe



WIENER LINIEN

Plzeňské městské
dopravní podniky

PMDP



City of Leipzig



University of Maribor
Faculty of Civil Engineering,
Transportation Engineering
and Architecture



COMUNE DI BERGAMO

