

**PROGETTO FINANZIATO NELL'AMBITO DEL PNRR DALL'UNIONE EUROPA  
NextGenerationEU**

**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) MISSIONE 5.C2.2 INVESTIMENTO 2.1**

**“Realizzazione di una nuova infrastruttura di  
trasporto pubblico locale costiero, completamente  
ecosostenibile e a guida autonoma,  
con tracciato cittadino trasversale da levante a ponente,  
completa di fermate ed unita di trasporto”**

**Progetto di fattibilità tecnico economica  
rafforzato**



**RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA**

## Sommario

Introduzione .....	3
Obiettivi primari dell'opera in termini di "outcome" per le comunità ed i territori interessati .....	3
Analisi DNSH .....	4
Obiettivi di carattere ambientale .....	14
Carbon Footprint dell'opera .....	14
Valutazione ciclo di vita dell'opera.....	20
Analisi consumo energetico .....	21
Misure per ridurre la quantità e gli impatti degli approvvigionamenti.....	24
Impatti socio-economici .....	24
Tutela del lavoro dignitoso .....	25
Utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative.....	25
Analisi di resilienza .....	25

## Introduzione

La nuova infrastruttura “fisica” risulta essere composta da 5 principali elementi:

- Tracciato/via di corsa
- Fermate/postazioni di incrocio
- Piazzali di inversione senso di marcia
- Veicoli e forniture annesse

La sostenibilità ambientale del nuovo sistema di trasporto pubblico collettivo ad alimentazione elettrica e guida autonoma, le cui infrastrutture civili risultano essere elemento essenziale al fine della sua attivazione, è garantita già di per sé dalla natura stessa del nuovo servizio. Infatti è universalmente riconosciuto che il trasporto collettivo di persone produce effetti di riduzione degli inquinanti nell’atmosfera (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, rumore, ecc) garantendo un minor uso dei veicoli privati, l’utilizzo di mezzi alimentati ad energia elettrica in luogo a quelli convenzionali incrementa ulteriormente la riduzione del carico antropico generato dall’attività umana.

La progettazione ed esecuzione dell’infrastruttura civile si muoverà anch’essa nella direzione di un contenimento dei consumi ed un efficientamento delle risorse disponibili. Le banchine di fermata saranno illuminate con sistemi a led a basso consumo energetico (non si è valutato opportuno l’installazione di pannelli fotovoltaici sulle pensile in quanto gli spazi disponibili non consentono una produzione di energia elettrica in grado di rendere l’infrastruttura autosufficiente).

## Obiettivi primari dell’opera in termini di “outcome” per le comunità e i territori interessati

La creazione di un nuovo sistema di trasporto pubblico locale a guida autonoma ed alimentato ad energia elettrica renderà possibile un parziale shift modale favorendo il passaggio dall’utilizzo di veicoli privati alimentati a combustibili fossili verso mezzi collettivi alimentati ad energia elettrica.

L’elevata componente tecnologica del sistema unita con la peculiarità innovativa dello stesso creerà inevitabilmente un significativo interesse da parte di popolazione residente e turisti verso il nuovo sistema di trasporto favorendo di fatto la diffusione di una migliore percezione del sistema di trasporto pubblico collettivo in senso lato.

I benefici derivanti dalla messa in esercizio di questa nuova metodologia di trasporto non risiedono unicamente nella riduzione dell'utilizzo dei veicoli privati a favore di quelli pubblici riferiti al singolo utente che deciderà di non utilizzare la propria automobile ma si devono ricercare anche nella nuova percezione che avrà l'utenza nei confronti dei servizi di trasporto pubblico. Il divario tecnologico che esiste tra i veicoli ad uso privato e questa nuova tecnologia a guida autonoma favoriranno la diffusione del concetto "il pubblico è meglio del privato" ponendo le basi per un sempre maggiore utilizzo dei servizi di trasporto pubblico collettivo. Questa nuova concezione sarà sostenuta non solo dall'evidente migliore tecnologia utilizzata ma anche dalle performance del nuovo sistema di trasporto che, utilizzando una via di corsa riservata e protetta, saranno sicuramente migliori rispetto a quelle raggiungibili con i mezzi di trasporto privato.

Uno dei principali obiettivi che si vuole quindi perseguire è un graduale e progressivo riavvicinamento della popolazione verso i sistemi di trasporto pubblico collettivo che, a seguito della sempre maggiore diffusione dell'utilizzo dei veicoli privati (in molti casi sostenuta anche a livello nazionale "nel nome" del progresso e della produzione industriale), sono stati sempre di più abbandonati da parte dell'utenza e percepiti come arretrati e di bassa qualità (sia in termini di comfort che di prestazioni).

Questo innovativo sistema di trasporto genererà attorno a sé un inevitabile interesse data l'elevata connotazione tecnologica che lo contraddistingue, divenendo di fatto non solo "mezzo di trasporto" ma una vera e propria attrazione per la popolazione ed i turisti. Questa particolare condizione favorirà la nascita di nuove attività commerciali ed economiche lungo il suo percorso che, considerato il contesto in cui esso risulta essere inserito (attiguo a percorso ciclo-pedonale), è facile supporre avranno connotazione "green" a ridotto impatto ambientale ed ad alta attenzione nei confronti dell'ambiente. Tale supposizione è suffragata dalla tipologia di utenza che si interesserà al nuovo servizio ed alla nascente infrastruttura, basandosi sul concetto di influenza vicendevole tra domanda ed offerta.

## Analisi DNSH

La presente analisi riguarda l'Asseverazione del rispetto del principio di "non arrecare un danno significativo" ("Do No Significant Harm" - DNSH), come definito dal Regolamento UE 852/2020, dal Regolamento (UE) 2021/241 e come esplicitato dalla Comunicazione della Commissione Europea COM (2021) 1054 (Orientamenti tecnici sull'applicazione del citato principio, a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza). L'attività è stata svolta nel rispetto delle linee guida espresse nella "GUIDA OPERATIVA PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DI NON ARRECARRE DANNO SIGNIFICATIVO ALL'AMBIENTE (cd. DNSH)".

Il progetto è stato finanziato nell'ambito del PNRR dall'unione Europea -MISSIONE 5.C2.2 INVESTIMENTO 2.1. "Investimenti in progetti di rigenerazione urbana, volti a ridurre situazioni di emarginazione e degrado sociale". Sulla base della "Mappatura di correlazione fra Investimenti-Riforme e Schede Tecniche",

l'investimento è risultato soggetto a **Regime 2, per il quale quindi non è previsto un contributo sostanziale, ma il mero rispetto del principio DNSH**. Tale correlazione è peraltro coerente con le caratteristiche non solo dell'intervento complessivo, ma anche delle singole parti che lo compongono. In tale ottica è stata compilata la Scheda di autovalutazione (Relazione di sostenibilità - Allegato 1 – Scheda di autovalutazione), nella quale tutte le voci riportano la valutazione A "The measure has no or an insignificant foreseeable impact on the environmental objective related to the direct and primary indirect effects of the measure across its life cycle, given its nature, and as such is considered compliant with DNSH for the relevant objective", in quanto l'opera nel suo complesso, così come nelle singole parti, non apporta impatti significativi all'ambiente.

Si è quindi proceduto all'individuazione delle Schede Tecniche. Verificata l'applicabilità delle Schede suggerite o l'applicabilità di altre schede non segnalate dalla Mappa di correlazione, sono state identificate le seguenti:

- Scheda tecnica 2 - Ristrutturazioni e riqualificazioni di edifici residenziali e non residenziali
- Scheda Tecnica 9 - Acquisto di veicoli
- Scheda Tecnica 28 - Collegamenti terrestri e illuminazione stradale

Le valutazioni si riferiscono alla situazione ex-ante, data che devono essere affidate alla progettazione definitiva ed esecutiva.

Le Schede Tecniche compilate sono riportate in allegato (Relazione di sostenibilità - Allegato 2 – Schede Tecniche), mentre di seguito è riportata la spiegazione dettagliata delle singole voci di ognuna.

## **Scheda 2 - Ristrutturazioni e riqualificazioni di edifici residenziali e non residenziali**

Nella presente scheda si analizzano i punti richiesti per una corretta gestione DNSH con riguardo al previsto recupero edilizio dell'edificio preesistente con intervento di consolidamento strutturale, manutenzione straordinaria di facciate e copertura, ristrutturazione interna con redistribuzione degli spazi, da adibire a servizi igienici pubblici e servizi destinati alla mobilità sostenibile.

- Punto 1: Gli edifici interessati non sono adibiti all'estrazione, allo stoccaggio, al trasporto o alla produzione di combustibili fossili. Più in generale non è previsto l'utilizzo di combustibili fossili in tutto l'ambito di progetto.
- Punto 4: Non è stato redatto un report specifico di analisi dell'adattabilità ai cambiamenti climatici in quanto le informazioni in merito saranno contenute all'interno dei progetti definitivo ed esecutivo.

- Punto 5: Nei capitolati di gara è previsto e richiesto obbligatoriamente l'impiego di dispositivi che garantiscano il rispetto degli Standard internazionali di prodotto.
- Punto 6: Non è stato redatto il piano di gestione rifiuti in quanto non richiesto dal tipo di intervento.
- Punto 7: Non è stato svolto alcun censimento Manufatti Contenenti Amianto (MCA) in quanto i manufatti esistenti sono costituiti da mattoni forati e calcestruzzo e non si prevede alcuna presenza di amianto.
- Punto 8: Non è stato redatto il Piano Ambientale di Cantierizzazione (PAC), in quanto le normative regionali o nazionali non lo richiedono per il tipo di lavorazioni eseguite nel cantiere in esame.
- Punto 9: Non è stata svolta la verifica del rischio Radon associato alle aree su cui sorgono le strutture progettate in quanto le normative regionali o nazionali non lo richiedono per la tipologia d'intervento e, di conseguenza, non c'è stato bisogno di definire eventuali soluzioni di mitigazione e controllo.
- Punto 10: Non è previsto l'utilizzo di materiali speciali che richiedano limitazioni delle caratteristiche di pericolo.
- Punto 11: Nell'intero ambito di cantiere non è previsto l'utilizzo di legno e di conseguenza non è stata svolta una verifica dei consumi e definizione delle condizioni di impiego del legno (certificazione FSC/PEFC o altra certificazione equivalente, certificazione della provenienza da recupero/riutilizzo).

**Scheda 2 - Ristrutturazioni e riqualificazioni di edifici residenziali e non residenziali**

*Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH*

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Si/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	1	E' confermato che l'edificio sia è adibito all'estrazione, allo stoccaggio, al trasporto o alla produzione di combustibili fossili?	No	Nessuna presenza di combustibili fossili
	4	E' stato redatto un report di analisi dell'adattabilità?	No	Le informazioni in merito dovranno essere contenute nei progetti definitivo ed esecutivo.
	5	E' stato previsto l'impiego dispositivi in grado di garantire il rispetto degli Standard internazionali di prodotto?	Si	
	6	E' stato redatto il piano di gestione rifiuti?	Si	
	7	E' stato svolto il censimento Manufatti Contenenti Amianto (MCA)?	Non applicabile	Manufatti in mattoni forati e calcestruzzo e non si prevede presenza amianto.
	8	E' stato redatto il Piano Ambientale di Cantierizzazione (PAC), ove previsto dalle normative regionali o nazionali?	Non applicabile	Il tipo di lavorazione non lo richiede
	9	E' stata svolta la verifica del rischio Radon associato all'area su cui sorge il bene e sono state definite le eventuali soluzioni di mitigazione e controllo da adottare?	Non applicabile	La tipologia di intervento non la richiede
	10	Sono state indicate le limitazioni delle caratteristiche di pericolo dei materiali che si prevede di utilizzare in cantiere?	Non applicabile	Non previsto utilizzo di materiali speciali.
	11	E' stata svolta una verifica dei consumi di legno con definizione delle previste condizioni di impiego (certificazione FSC/PEFC o altra certificazione equivalente sia per il legno vergine, certificazione della provenienza da recupero/riutilizzo)?	Non applicabile	Non previsto utilizzo di legno.

## Scheda 9 - Acquisto di veicoli

Tale scheda descrive i veicoli che verranno impiegati nell'ambito del progetto, identificati nella categoria M1 A (Veicoli leggeri progettati e costruiti per il trasporto di persone, aventi al massimo otto posti a sedere oltre al sedile del conducente) o assimilati, predisposto per passeggeri in piedi e capienza minore o uguale a 22 posti) secondo le direttive 2001/86/CE e 97/27/CE.

I veicoli saranno a trazione integralmente elettrica con accumulatori di bordo e sistema di guida autonoma.

- Punto 1: I veicoli considerati sono veicoli esclusivamente elettrici a batteria e non comportano alcuna emissione di CO<sub>2</sub>. Di conseguenza non è prevedibile alcuna dichiarazione del fornitore relativa alle caratteristiche di efficienza energetica dell'autoveicolo oggetto di finanziamento.
- Punto 2: I veicoli considerati sono esclusivamente elettrici a batteria e non comportano alcuna emissione diretta di CO<sub>2</sub>. Di conseguenza non è prevedibile alcuna dichiarazione del fornitore\distributore relativa alle emissioni di carbonio e sostanze inquinanti dell'autoveicolo oggetto di finanziamento.
- Punto 3: I veicoli considerati sono esclusivamente elettrici a batteria e non comportano alcuna emissione diretta di CO<sub>2</sub>. Di conseguenza non è prevedibile alcuna certificazione del rispetto dei criteri definiti per le emissioni di CO<sub>2</sub> ed efficienza energetica in conformità ai criteri stabiliti nel GPP sui Criteri dell'UE per gli appalti pubblici verdi nel settore del trasporto su strada.
- Punto 4: I veicoli considerati sono esclusivamente elettrici a batteria e non comportano alcuna emissione diretta di CO<sub>2</sub>. Di conseguenza non è applicabile la configurazione relativa a veicoli a combustione interna a doppia alimentazione.
- Punto 5: I veicoli considerati sono esclusivamente elettrici a batteria e non comportano alcuna emissione diretta di CO<sub>2</sub>. Di conseguenza non è prevedibile alcuna dichiarazione del fornitore\distributore dell'autoveicolo acquistato che dimostri che le emissioni dirette di CO<sub>2</sub> dei veicoli sono pari a zero in quanto intrinseco nel prodotto stesso.
- Punto 6: I veicoli non sono ancora stati acquistati in quanto è in corso di definizione il bando di gara pubblica per la loro acquisizione. Verrà però fornita la dichiarazione del fornitore\distributore dei materiali costituenti l'autoveicolo acquistato.
- Punto 7: I veicoli non sono ancora stati acquistati in quanto è in corso di definizione il bando di gara pubblica per la loro acquisizione. È stata però inserita nel capitolato di gara la richiesta di conformità alle certificazioni "Global Recycle Standard" o altra certificazione equivalente ovvero alla norma tecnica UNI-EN 16640:2017 per i materiali realizzati con fibre riciclate.



- Punto 8: I veicoli non sono ancora stati acquistati in quanto è in corso di definizione il bando di gara pubblica per la loro acquisizione. Sarà cura del fornitore dei veicoli comprovare il piano per un opportuno sistema di raccolta, nel quale sia stabilito che tutti gli accumulatori al litio esausti sono destinati sia ad essere recuperati e rassembrati in pacchi di storage per lo stoccaggio di energia da fonti rinnovabili che al recupero dei metalli (litio, cobalto, nichel ed altri metalli presenti).
- Punto 9: I veicoli non sono ancora stati acquistati in quanto è in corso di definizione il bando di gara pubblica per la loro acquisizione. Il capitolato di gara non ammette veicoli senza batterie e neppure in leasing operativo. Il capitolato prevede che le batterie integrate nei veicoli e con essi fornite avranno comunque un “piano di manutenzione programmata” gestita dal fornitore dei mezzi.
- Punto 10: I veicoli non sono ancora stati acquistati in quanto è in corso di definizione il bando di gara pubblica per la loro acquisizione. È stata però inserita nel capitolato di gara l’obbligo di proposta di veicoli (a) riutilizzabili o riciclabili per almeno l'85 % del peso; e (b) riutilizzabili o recuperabili per almeno il 95 % del peso.
- Punto 11: I veicoli non sono ancora stati acquistati in quanto è in corso di definizione il bando di gara pubblica per la loro acquisizione. Di conseguenza non è ancora disponibile un libretto di circolazione attestante i requisiti previsti dalla relativa scheda tecnica.

### Scheda 9 - Acquisto di veicoli

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Sì/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	1	E' disponibile la dichiarazione del fornitore\distributore le caratteristiche di efficienza energetica dell'autoveicolo oggetto di finanziamento rispettano i criteri indicati alla relativa scheda tecnica?	Non applicabile	Veicoli elettrici a batteria, nessuna emissione CO2
	2	E' disponibile la dichiarazione del fornitore\distributore che indichi le caratteristiche di emissioni di carbonio e sostanze inquinanti dell'autoveicolo oggetto di finanziamento così come specificate nella relativa scheda tecnica?	Non applicabile	Veicoli elettrici a batteria, nessuna emissione CO2
	3	Il rispetto dei criteri definiti per ciascuna categoria per le emissioni di CO2 ed efficienza energetica in conformità ai criteri stabiliti nel GPP sui Criteri dell'UE per gli appalti pubblici verdi nel settore del trasporto su strada è stato certificato?	Non applicabile	Veicoli elettrici a batteria, nessuna emissione CO2
	4	Per i veicoli a doppia alimentazione a combustione interna, benzina-metano e benzina-GPL, sono indicati i dati di emissione di CO2 (g/km) relativi al solo gas (metano o GPL)?	Non applicabile	Non presente alcuna alimentazione a combustibili fossili
	<i>Per i veicoli per i quali lo standard Euro VI non è applicabile, rispondere al punto 5</i>			
	5	E' disponibile la dichiarazione del fornitore\distributore dell'autoveicolo acquistato che dimostri che le emissioni dirette di CO2 dei veicoli sono pari a zero?	Non applicabile	Veicoli elettrici a batteria, nessuna emissione CO2
	6	E' disponibile la dichiarazione del fornitore\distributore dei materiali costituenti l'autoveicolo acquistato?	No	Veicoli non ancora acquistati, oggetto di gara
	7	Per i materiali realizzati con fibre riciclate, sono conformi alle certificazioni "Global Recycle Standard" o altra certificazione equivalente o alla norma tecnica UNI-EN 16640:2017?	No	Veicoli non ancora acquistati, oggetto di gara. Certificazioni richieste obbligatoriamente dal capitolato.
	8	Per veicoli ibridi ed elettrici, il produttore\distributore dei veicoli offerti o della batteria per trazione ha stipulato un contratto con il sistema collettivo o individuale di raccolta nel quale sia stabilito che tutti gli accumulatori al litio esausti sono destinati sia ad essere recuperati e assemblati in pacchi di storage per lo stoccaggio di energia da fonti rinnovabili che al recupero dei metalli (litio, cobalto, nichel ed altri metalli presenti)?	Sì	Veicoli non ancora acquistati, oggetto di gara. Il piano verrà obbligatoriamente sviluppato
	9	Per i veicoli privi di batteria, con la batteria elettrica fornita separatamente in leasing operativo, il fornitore ha offerto un "piano di manutenzione programmata" della stessa?	Non applicabile	Il capitolato non ammette veicoli senza batterie o batterie in leasing. Le batterie dei veicoli avranno obbligatoriamente un "piano di manutenzione programmata"
	10	Per i veicoli delle categorie M1, N1, N2, N3 è stato dimostrato che sia stato messo in atto un piano che dimostri che i veicoli sono (a) riutilizzabili o riciclabili per almeno l'85 % del peso; e (b) riutilizzabili o recuperabili per almeno il 95 % del peso?	Sì	Veicoli non ancora acquistati, oggetto di gara. Il piano verrà obbligatoriamente sviluppato
	11	E' disponibile il libretto di circolazione attestante i requisiti previsti dalla relativa scheda tecnica?	No	Veicoli non ancora acquistati, oggetto di gara

## **Scheda 28 - Collegamenti terrestri e illuminazione stradale**

Tale scheda è relativa alle caratteristiche richieste per l'infrastruttura viaria necessaria per il movimento dei veicoli elettrici a guida autonoma che sono previsti dal progetto ai fini DNSH. L'investimento prevede in realtà solo opere accessorie, in cantieri mobili aperti e senza la necessità di allestimenti di Campo Base.

La sede viaria sarà già realizzata, essendo ricompresa in una pista ciclo pedonale, con spazi definiti per i veicoli oggetto del progetto e altri spazi pedonali e ciclabili. Gli interventi sono limitati alla realizzazione di tre banchine di fermata, che saranno accessoriate da apposite pensiline, e solo per un breve tratto (l'unico separato dalla pista ciclo-pedonale) alla posatura del manto stradale. Anche l'impianto di illuminazione, già realizzato per la pista ciclo-pedonale, non sarà necessaria alcuna opera.

- Punto 1: L'infrastruttura non è adibita al trasporto o allo stoccaggio di combustibili fossili ma solo ai passeggeri.
- Punto 2: La ristrutturazione dell'infrastruttura non è classificabile come "importante" ma solamente relativa a opere accessorie, insistendo sulla preesistente pista ciclabile tramite sole opere di superficie, banchine soprattutto apparati elettrici e ICT. Per la procedura di calcolo dell'impronta di carbonio e il costo ombra del carbonio chiaramente definito si rimanda quindi al Progetto Esecutivo, ancora non eseguito.
- Punto 3: Nell'infrastruttura non sono state previste nuove opere di illuminazione stradale in quanto utilizza la preesistente illuminazione destinata alla pista ciclabile. Non sono quindi applicabili le specifiche tecniche e le clausole contrattuali, definite dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica secondo il decreto del 27 settembre 2017 del Ministero per la Transizione Ecologica ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Punto 4: Non è applicabile al caso in oggetto l'analisi dei rischi climatici fisici secondo i criteri definiti all'appendice 1 della Guida operativa in quanto l'intervento non lo richiede, non genera alcun impatto climatico e non è sottoposta ad alcun rischio in base ai criteri espressi nella stessa Appendice 1.
- Punto 5: Non è applicabile al caso in oggetto l'analisi delle possibili interazioni con matrice acque in quanto il tipo di intervento non lo richiede

- Punto 6: Il Piano di gestione dei rifiuti sarà contenuto all'interno dei progetti definitivo ed esecutivo.
- Punto 7: Non è stato condotto uno studio di modello acustico ed eventuali interventi mitigativi in quanto il tipo di intervento non lo richiede. Le attività di cantiere sono minime e sono stati previsti mezzi di cantiere elettrici.
- Punto 8: È confermato che la localizzazione dell'opera non è all'interno delle aree definite nella relativa scheda tecnica.
- Punto 9: L'infrastruttura non è situata in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, o in aree di divieto. Non si applica quindi la verifica di sussistenza di sensibilità territoriali, in particolare in relazione alla presenza di Habitat e Specie di cui all'Allegato I e II della Direttiva Habitat e Allegato I alla Direttiva Uccelli, nonché alla presenza di habitat e specie indicati come "in pericolo" dalle Liste rosse (italiana e/o europea).
- Punto 10: Non è ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 e di conseguenza l'intervento non è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97).
- Punto 11: È stata verificata la presenza di ecodotti lungo tutta l'area interessata dall'infrastruttura.

**Scheda 28 - Collegamenti terrestri e illuminazione stradale**

*Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH*

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Si/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	1	E' confermato che l'infrastruttura non sia adibita al trasporto o allo stoccaggio di combustibili fossili?	Si	
	2	Nel caso di una nuova infrastruttura o di una ristrutturazione importante, l'infrastruttura è stata resa a prova di clima conformemente a un'opportuna prassi che includa il calcolo dell'impronta di carbonio e il costo ombra del carbonio chiaramente definito?	Non applicabile	Ristrutturazione non "importante", si tratta di sole opere accessorie a fianco di pista ciclabile preesistente.
	3	Qualora siano previste attività di illuminazione stradale, sono rispettati i criteri obbligatori, ossia le specifiche tecniche e le clausole contrattuali, definite dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica secondo il decreto del 27 settembre 2017 del Ministero per la Transizione Ecologica ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare?	Non applicabile	Illuminazione stradale già prevista sulla pista ciclabile adiacente
	4	E' stata condotta un'analisi dei rischi climatici fisici secondo i criteri definiti all'appendice 1 della Guida operativa?	Non applicabile	L'intervento non lo richiede, non genera alcun impatto e non è sottoposta ad alcun rischio in base ad Appendice 1
	5	E' stata svolta un'analisi delle possibili interazioni con matrice acque e sono state definite le potenziali azioni mitigative?	Non applicabile	Il tipo di intervento non lo richiede
	6	E' stato redatto il Piano di gestione dei rifiuti?	Si	Le informazioni in merito saranno dettagliate nei progetti definitivo ed esecutivo.
	7	E' stato condotto un modello acustico e riconosciuti gli interventi mitigativi?	Non applicabile	il tipo di intervento non lo richiede. Attività minime e mezzi di cantiere elettrici
	8	E' confermato che la localizzazione dell'opera non sia all'interno delle aree definite nella relativa scheda tecnica?	Si	
	9	Per gli impianti situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, fermo restando le aree di divieto, è stata verificata la sussistenza di sensibilità territoriali, in particolare in relazione alla presenza di Habitat e Specie di cui all'Allegato I e II della Direttiva Habitat e Allegato I alla Direttiva Uccelli, nonché alla presenza di habitat e specie indicati come "in pericolo" dalle Liste rosse (italiana e/o europea)	Non applicabile	Gli impianti non sono situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, o in aree di divieto
	10	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97)?	Non applicabile	Non è ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000
	11	E' stata verificata la presenza di ecodotti?	Si	

## Obiettivi di carattere ambientale

Tenendo conto del ciclo di vita dell'opera e del nuovo sistema di trasporto è possibile evidenziare i seguenti aspetti ambientali sui quali si avrà inevitabilmente effetti positivi:

- Mitigazione dei cambiamenti climatici: Lo shift modale che prevede l'abbandono dei veicoli privati alimentati con combustibili fossili a favore di quelli collettivi alimentati ad energia elettrica determina una significativa riduzione delle seguenti componenti:
  - CO<sub>2</sub>
  - NO<sub>x</sub>
  - SO<sub>x</sub>
  - PM<sub>10</sub>
  - PM<sub>5</sub>
  - PM<sub>2.5</sub>
  - Rumore
  - Congestione
  - Incidentalità (con conseguente perdita di produttività causata dall'inattività lavorativa dell'utenza infortunata)
- Adattamento ai cambiamenti climatici: Tenendo presente che i cambiamenti climatici sono un fenomeno oramai in atto e che (probabilmente) è possibile invertire la tendenza solamente a seguito di una mutata percezione di "sistema globale" ed abitudini della popolazione (modificando il rapporto tra interessi economici-benessere ambientale e comodità-consapevolezza), il nuovo sistema di trasporto a guida autonoma contribuirà a fornire una nuova e migliore percezione del servizio pubblico all'utenza favorendo l'acquisizione di una maggiore consapevolezza e la diffusione del pensiero "sostenibile è anche confortevole ed efficiente"
- Prevenzione e riduzione dell'inquinamento: obiettivo perseguito nelle modalità descritte in precedenza.
- Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi: Il nuovo sistema di trasporto non solo sarà contraddistinto da zero emissioni puntuali locali ma sarà anche molto silenzioso (come tutti i veicoli alimentati ad energia elettrica). La riduzione di inquinamento dell'aria e di rumore favorirà la convivenza di attività umane con la presenza di speci animali che generalmente non tollerano gli inquinanti generati dalla presenza di attività umane (in modo particolare volatili ed insetti)

## Carbon Footprint dell'opera

Gli obiettivi indicativi nazionali di efficienza energetica al 2020 prevedono un programma di miglioramento dell'efficienza energetica teso a risparmiare 20 Mtep/anno di energia primaria e 15,5 Mtep/anno di energia finale. Al 2020 il consumo atteso in termini di energia primaria è di 158 Mtep e di energia finale è di 124 Mtep.

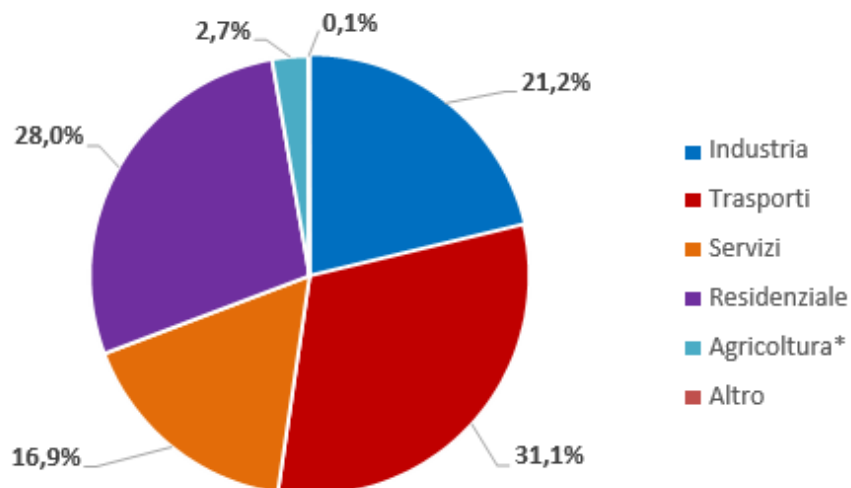
Nella tabella seguente vengono indicati i risparmi attesi al 2020 in energia finale e primaria suddivisi per settore e misure di intervento.

Settore	Misure previste nel periodo 2011-2020					Risparmio atteso al 2020	
	Certificati Bianchi	Detrazioni fiscali	Conto Termico	Standard Normativi	Investimenti mobilità	Energia Finale	Energia Primaria
<b>Residenziale</b>	0,15	1,38	0,54	1,60		<b>3,67</b>	<b>5,14</b>
<b>Terziario</b>	0,10		0,93	0,20		<b>1,23</b>	<b>1,72</b>
<b>PA</b>	0,04		0,43	0,10		0,57	0,80
<b>Privato</b>	0,06		0,50	0,10		0,66	0,92
<b>Industria</b>	5,10					<b>5,10</b>	<b>7,14</b>
<b>Trasporti</b>	0,10			3,43	1,97	<b>5,50</b>	<b>6,05</b>
<b>Totale</b>	<b>5,45</b>	<b>1,38</b>	<b>1,47</b>	<b>5,23</b>	<b>1,97</b>	<b>15,50</b>	<b>20,05</b>

Fonte: PAEE 2014 – Obiettivi di efficienza energetica al 2020 in energia finale e primaria (Mtep/anno)

Il consumo interno lordo di energia nel 2018 è stato pari a 157 Mtep, segnando una diminuzione del -1,6% rispetto al 2017, in linea con la tendenza decrescente osservata dal 2011, fatta eccezione per lo scorso anno. I consumi finali di energia sono stati pari a 114,4 Mtep, in lieve aumento (+0,7%) rispetto al 2017. Come lo scorso anno, l'aumento è dovuto principalmente al settore dei servizi (+6%) e dei trasporti (+3,1%) mentre si riduce sensibilmente il consumo nel residenziale (-2,6%) e nell'industria (-2,5%).

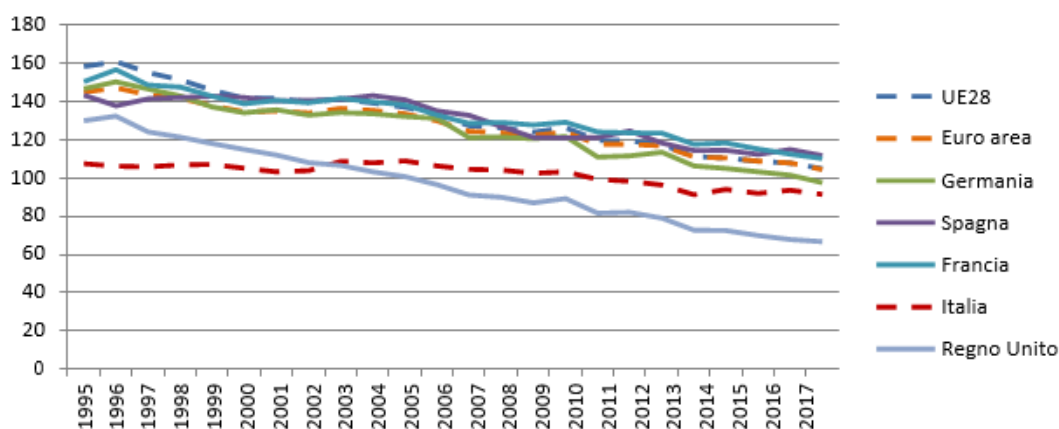
Considerando le quote settoriali degli impieghi finali di energia, nel 2018 i trasporti (35,6 Mtep) e il residenziale (32,1 Mtep) si confermano i settori che assorbono la maggior parte dei consumi, rispettivamente il 31,1% e il 28% del totale. Segue l'industria con 24,3 Mtep, pari al 21,2% dei consumi energetici finali. Il settore dei servizi (19,3 Mtep) consuma il 16,9%. L'agricoltura si attesta su 3 Mtep pari al 2,7%



Fonte: Elaborazione dati Eurostat

Nota: \* La voce Agricoltura annovera i settori di consumi finale "Agricoltura e silvicoltura" e "Pesca".

Nel 2018 l'intensità energetica primaria<sup>1</sup> dell'Italia è pari a 91,4 tep/M€<sub>2015</sub>, segnando una diminuzione dell'2,4% rispetto al 2017, in linea con l'andamento decrescente osservato a partire 2006, dopo il picco registrato nel 2005. Va sottolineato che l'Italia continua a presentare valori di intensità energetica primaria inferiori sia alla media dei paesi dell'Unione Europea (104,9 tep/M€<sub>2015</sub>) che a quelli appartenenti all'area Euro (104,5 tep/M€<sub>2015</sub>) (Figura 3.2). I valori dell'Italia sono inoltre inferiori rispetto a quelli dei paesi riportati nella figura 3.2 ad eccezione del Regno Unito, confermando l'ottima performance dell'Italia.



Intensità energetica primaria in alcuni paesi UE28, anni 1995-2018, tep/M€<sub>2015</sub>

Fonte: Elaborazione dati Eurostat



Misure di policy notificate	Nuovi Risparmi conseguiti	Nuovi Risparmi conseguiti	Nuovi Risparmi conseguiti	Nuovi Risparmi conseguiti	Nuovi Risparmi conseguiti	Nuovi Risparmi conseguiti	Risparmi cumulati	Risparmi cumulati attesi al 2020
	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep
	2014	2015	2016	2017	2018	2019 *	2014-2019	
Schema d'obbligo Certificati bianchi	0,872	0,859	1,102	1,345	1,185	1,478	6,842	10,65
Misura alternativa 1 Conto Termico	0,004	0,009	0,016	0,044	0,101	0,190	0,364	0,64
Misura alternativa 2 Detrazioni fiscali	0,328	0,693	1,084	1,510	1,871	2,258	7,745	10,41
Misura alternativa 3 Fondo nazionale efficienza energetica	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,09
Misura alternativa 4 Piano Impresa 4.0	0,000	0,000	0,000	0,300	0,440	0,510	1,250	1,83
Misura alternativa 5 Politiche di coesione	0,002	0,101	0,168	0,169	0,223	0,224	0,886	1,11
Misura alternativa 6 Campagne di informazione	0,000	0,015	0,026	0,084	0,088	0,093	0,306	0,40
Misura alternativa 7 Mobilità sostenibile	0,000	0,000	0,000	0,000	0,090	0,137	0,227	0,42
<b>Risparmi totali</b>	<b>1,207</b>	<b>1,677</b>	<b>2,395</b>	<b>3,451</b>	<b>3,999</b>	<b>4,890</b>	<b>17,619</b>	<b>25,56</b>

**Risparmi obbligatori (Mtep) ai sensi dell'articolo 7 della EED – Anni 2014-2019**

Fonte: Elaborazioni MiSE su dati ENEA e GSE

Dalle considerazioni prima esposte si capisce come il settore dei trasporti risulti essere il più energivoro e questa tendenza permane oramai da molti anni. Nell'arco dell'ultimo decennio l'Unione Europea si è avvicinata al modello "Cap and Trade" americano come metodo strategico per perseguire l'efficientamento energetico, i settori in cui è più semplice operare migliorie energetiche vengono incentivati a perseguire questo obiettivo dandogli la possibilità di cedere ad altri soggetti titoli di efficienza energetica (Certificati Bianchi e Verdi, in Italia).

Come già evidenziato la mobilità rappresenta un settore chiave per la corretta gestione delle risorse energetiche e dei nostri consumi. Al fine di determinare i quantitativi energetici risparmiati (Tep) attraverso la realizzazione del progetto esposto nel presente elaborato verrà utilizzato il metodo di seguito esposto, che prende da riferimento i metodi di calcolo del risparmio energetico proposti dai Certificati Bianchi (Guide Operative, Proposte di Progetti e di Programmi di Misura Standardizzati [PPPMS]). Si ricorda che solamente una parte dell'energia elettrica prodotta in Italia deriva da fonti rinnovabili per cui anche le attività alimentate ad energia elettrica producono, alla fonte, sostanze inquinanti e consumi energetici di sostanze derivate dal carbon-fossile.

La quantificazione del risparmio di energia finale (espresso in tep) sarà effettuata mediante la differenza dei consumi energetici. Ciò sarà fatto attraverso la quantificazione del consumo medio di un'ora di servizio

(considerata campione sufficientemente rappresentativo in quanto costante ed identica nell'arco del tempo) confrontata con la quantità di combustibile che si sarebbe consumata se la stessa offerta di trasporto si fosse raggiunta utilizzando autovetture private (assunte con coefficiente medio di riempimento 1,33).

$$RS = CSg - CSt \text{ (tep/h)}$$

Dove:

*RS* è il risparmio di energia primaria riferito alla singola ora

*CSg* è il consumo specifico di energia primaria scaturito dal trasporto, se questo venisse effettuato utilizzando mezzi privati (tep/h)

*CSt* è il consumo specifico di energia primaria scaturito dal trasporto effettuato con il nuovo servizio di a mezzi elettrici e guida autonoma (tep/h)

Per il calcolo dei tep utilizzati per l'implementazione di un servizio in modalità privata (*CSg*) si utilizzerà una derivazione di algoritmi già precedentemente utilizzati in documenti applicativi approvati con DM 28.12.2012, in particolare nella scheda tecnica 42 E, per passare dall'unità di misura del carburante utilizzato (gasolio) alle tonnellate di petrolio equivalenti.

$$Ceg = Cem * Pci \text{ (tep/h)}$$

Dove:

*Ceg* è il consumo reale di energia finale necessario alle autovetture per percorrere i km orari corrispettivi all'offerta di trasporto pubblico con mezzi elettrici a guida autonoma

*Cem* è il consumo di carburante necessario alle autovetture per percorrere i km orari corrispettivi all'offerta di trasporto pubblico con mezzi elettrici a guida autonoma. Tale valore sarà calcolato prendendo da riferimento il parco mezzi circolante nella provincia di Imperia ed il coefficiente di riempimento caratteristico delle autovetture.

Non trattandosi di un progetto finalizzato all'ottenimento di titoli di efficienza energetica, il consumo di riferimento è stato valutato riferendosi ai dati statistici nazionali forniti dall'Acì dai quali emerge che circa il 91% delle autovetture circolanti sul territorio nazionale sono alimentate a gasolio (48% relativo) oppure benzina (52% relativo) e che un terzo di esse appartiene alla classe ambientale Euro 4.

*Pci* è il potere calorifico del combustibile utilizzato, espresso nella tabella seguente (tep/ton comb)

carburante	FE kg CO2 per kg carb.	Pci tep/t carb.
benzina	3,180	1,05
gasolio	3,140	1,02

Il consumo di energia primaria scaturito dal trasporto, se questo venisse effettuato utilizzando mezzi privati, (tep/h) sarà calcolato come:

$$CSg = Ceg * (1 + f_{prod-trasp}) \text{ (tep/h)}$$

Dove

$f_{prod-trasp}$  è il rapporto tra energia primaria utilizzata per produrre e trasportare il carburante e l'energia contenuta nel carburante prodotto pari a 0,10 per la benzina e 0,12 per il gasolio.

Per il calcolo dei tep prodotti dal trasporto effettuato con il nuovo servizio a mezzi elettrici e guida autonoma si utilizzerà, come già visto, una derivazione di algoritmi precedentemente utilizzati in documenti applicativi approvati con il DM 28.12.2012.

$$CSt = Cemt * Fe \text{ (tep/h)}$$

Dove:

$CSt$  è il consumo specifico di energia primaria scaturito dal trasporto effettuato con il nuovo servizio di a mezzi elettrici e guida autonoma (tep/h)

$Cemt$  è il consumo di energia finale necessario a svolgere il servizio di trasporto pubblico con mezzi elettrici a guida autonoma su base oraria. Tale valore sarà calcolato in modo analitico prendendo da riferimenti i dati relativi ai consumi energetici forniti dai principali costruttori (una media di essi) ed i km complessivi percorsi in un'ora dalla totalità dei veicoli operativi.

$Fe$  è il coefficiente di conversione per la produzione di energia elettrica, 0,142 tep/MWh.

Il coefficiente  $Fe$ , qui utilizzato, è il coefficiente di conversione per la produzione di energia elettrica del sistema elettrico italiano che quindi comprende anche le fonti rinnovabili; tale assunzione deriva dal fatto il risparmio di energia primaria in questo caso è dato dalla maggiore efficienza del motore elettrico rispetto al motore termico ad alimentazione convenzionale, e non è un risparmio di energia elettrica. Quindi, per  $Fe$  non viene usato il fattore della circolare AEEG, ma il valore viene calcolato a partire dai dati del Rapporto ISPRA 135/2011 "Produzione termoelettrica ed emissione di CO2".

Servizio TPL elettrico a guida autonoma		
Percorrenza oraria	15	km/veicolo
Veicoli operativi	6	
Capacità carico	10	pax
Capacità del servizio	120	pax/ora dir
Ore di servizio giornaliera	10	ore
Giorni di servizio anno	330	giorni
Consumi energetici TPL elettrico a guida autonoma		
Consumo specifico veicolo	0,35	kWh/km
Coef conversio E.E.	0,000142	tep/kWh
Consumo orario del sistema	0,0065604	tep/h
Mobilità privata		
Coef. Riempimento auto	1,33	
Automobili utilizzate	181	
Auto gasolio	87	
Auto benzina	94	
Consumi auto gasolio	18,5	km/l
Consumi auto benzina	13,5	km/l
Peso specifico gasolio	0,835	kg/dm <sup>3</sup>
Peso specifico benzina	0,725	kg/dm <sup>3</sup>
Consumi energetici mobilità privata		
Combustibile auto gasolio	0,0865	tonn/h
Combustibile auto benzina	0,1115	tonn/h
Pci gasolio	1,02	tep/tonn
Pci benzina	1,05	tep/tonn
Rapporto Energia gasolio	0,12	
Rapporto Energia benzina	0,1	
Consumo energia primaria	0,2276	tep/h
Risparmio energetico		
Risparmio specifico orario	0,22	tep/h
Risparmio giornaliero	2,21	tep/gg
Risparmio annuale	729,29	tep/anno

## Valutazione ciclo di vita dell'opera

La maggior parte dei benefici ambientali derivanti dall'attivazione e messa in esercizio del nuovo sistema di trasporto scaturiscono principalmente dalla connotazione tecnologica dello stesso servizio, non per questo però non si presterà attenzione ai possibili effetti benefici derivanti da una scelta consapevole dell'utilizzo dei materiali da costruzione ovvero dell'identificazione dei processi che favoriscono il riutilizzo di materia prima e seconda riducendo gli impatti in termini di rifiuti generati.

Anche le progettazioni definitiva ed esecutiva delle opere civili dovranno tenere conto del principio di sostenibilità:

- Tutte le materie utilizzate dovranno provenire da aziende fornitrici localizzate sul territorio.
- L'edificio esistente verrà sottoposto a operazioni di manutenzione straordinaria per il recupero edilizio e adibito a servizi igienici pubblici e servizi destinati alla mobilità sostenibile, privo di riscaldamento e quindi senza dispersione termica). I materiali utilizzati dovranno essere quanto più possibile provenienti da opere di riciclo.

## Analisi consumo energetico

L'analisi energetica deve considerare alcuni parametri tipici del servizio, dei veicoli e della linea. Per quanto concerne il servizio viene definito il numero di corse ore e quindi giornaliero che, combinato con la lunghezza della linea, determina la percorrenza oraria in termini chilometrici e precedentemente determinata in 22 km.

Per quanto riguarda la linea essa si presenta prevalentemente in piano con notevoli vantaggi in termini di minori consumi: la sede segregata senza perturbazioni alla corsa, il numero ridotto di fermate per senso di marcia (7) e la velocità commerciale pari a 21,9 km/h fanno ritenere che i consumi possano essere contenuti rispetto ad analoghi veicoli di tipo tradizionale.

I costruttori dichiarano batterie con capacità nominale compresa tra i 30 kWh ed i 40 kWh ed autonomia espressa in termini orari e non di carattere specifico.

Pertanto per addivenire ad una corretta analisi energetica riferita alla fattispecie in oggetto, gravata solo da un uso intensivo dei mezzi dato il basso intertempo previsto, ci si è dovuti avvalere per confronto di un simulatore basato sull'utilizzo dell'equazione dinamica del moto che descrive il movimento di un veicolo su gomma, specificatamente tarato in funzione della specifica casistica per veicoli urbani per il trasporto di persone. Sulla base delle caratteristiche planoaltimetriche della linea, dell'ubicazione delle fermate e degli intertempi di transito lungo il percorso, il modello è in grado di rappresentare in ogni istante tutte le grandezze elettriche e meccaniche di interesse con particolare riferimento al SOC (State of Charge) degli accumulatori di bordo. Fondamentali, in questo frangente, sono i dati relativi alla vettura (peso, tipo di batterie e loro capacità, tensione di lavoro) ed all'esercizio, ipotizzando il numero dei passeggeri trasportati al fine di determinare il peso complessivo del veicolo.

In questa fase i risultati prodotti nel corso delle simulazioni effettuate hanno consentito di individuare, in termini di SOC, i valori residui di carica degli accumulatori di bordo al fine di definire i necessari tempi di ricarica, ovvero i chilometri residui per l'eventuale esercizio su un altro turno di servizio. La composizione di

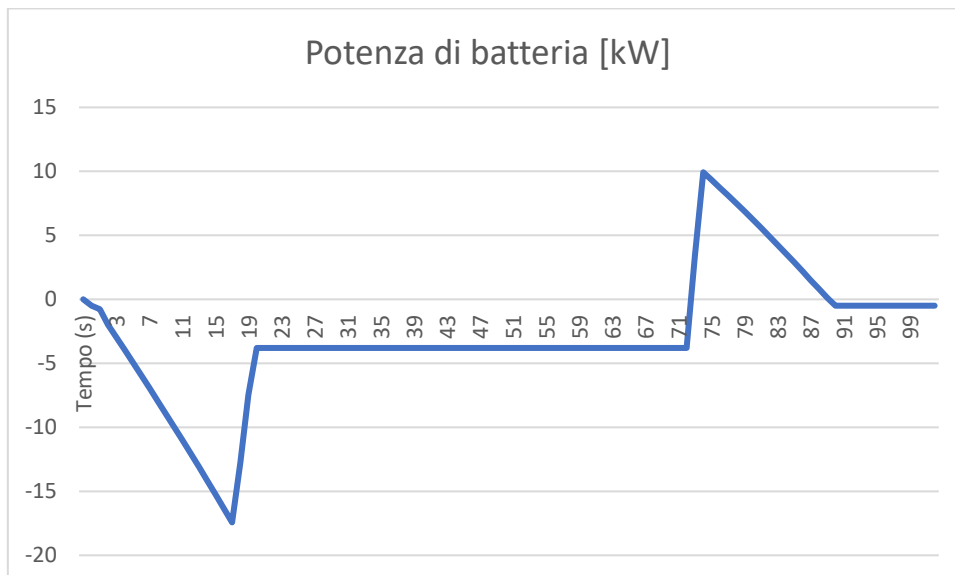
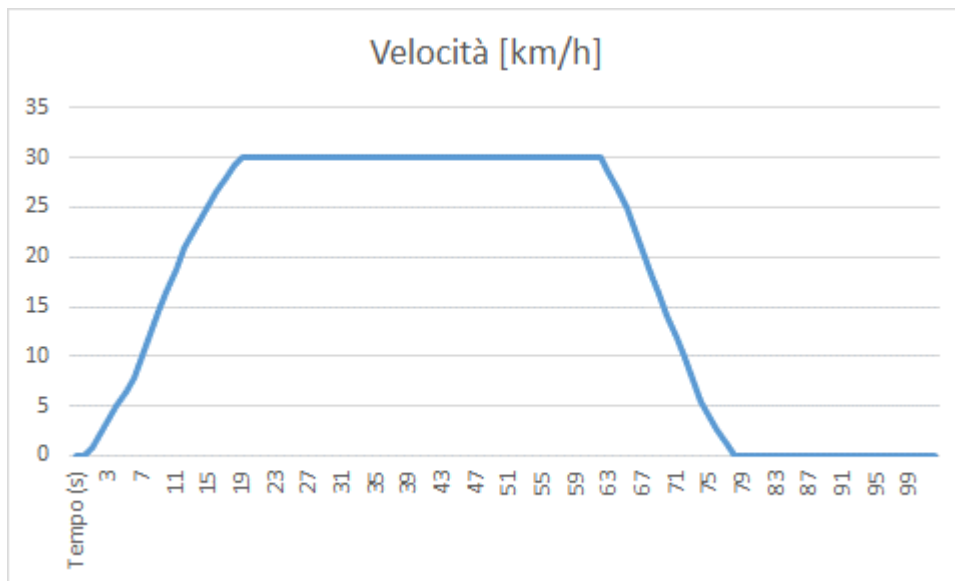
questi elementi è risultata altresì utile per produrre gli scenari operativi per l'ottimizzazione impiantistica degli impianti di ricarica.

Come premesso il simulatore utilizzato applica i principi descritti dall'equazione dinamica del moto, parametrizzata per veicoli stradali con caratteristiche riconducibili a quelle degli autobus urbani. Per garantire risultati aderenti alle realtà dell'esercizio quotidiano di flotte di autobus elettrici destinati a servizi di TPL sono state esaminate le diverse casistiche che hanno riguardato le condizioni di circolazione con riscaldamento/aria condizionata acceso o spento.

Un veicolo che impegni un tratto di strada non piano si trova ad essere soggetto ad una componente dell'accelerazione di gravità, la quale può sfavorirne o agevolarne la marcia a seconda che esso lo percorra rispettivamente in salita o in discesa. Nel calcolo della resistenza al moto  $R(v)$  è stato quindi introdotto un termine proporzionale alla pendenza della linea espressa, come avviene usualmente in tali applicazioni, in frazione di mille; tale valore assume valore positivo per tratti percorsi in salita e negativo per tratti percorsi in discesa. Gli sforzi di trazione e frenatura  $T_i(v)$  vengono calcolati ad ogni iterazione ed il valore aggiornato di  $T_{i+1}(v)$  viene reso sempre disponibile per il computo delle altre grandezze elettromeccaniche in riferimento alle condizioni di marcia (velocità e fase di trazione o frenatura).

Dai risultati ottenuti sono stati ottenuti valori di consumo specifico compresi tra gli 0,3 kWh/km e 0,35 kWh/km, quest'ultimo valore relativo a condizioni più gravose con aria condizionata o riscaldamento acceso. Pertanto il consumo orario sarebbe da ritenersi prudenzialmente prossimo agli 8 kWh e pertanto potrebbe essere applicabile una strategia di mantenimento del livello di carica all'interno del range ritenuto ideale 40% - 80% con cicli di ricarica ogni 2 ore intervallati da periodi di servizio della stessa durata. In tal caso i veicoli necessiterebbero di impianti per la ricarica "diurna" di potenza 10 kW: poiché gli stessi accumulatori andrebbero livellati e riportati al 100% di efficienza e preconditionati ad inizio servizio si può ad oggi ritenere di prevedere 12 impianti da 10 kW nominali per un totale installato (per la quota parte ricarica) di 60 kW, riferito alla contemporaneità della ricarica "diurna" di 6 veicoli, ovvero di 12 veicoli in ricarica "notturna".

Di seguito i grafici di velocità e potenza di batteria riferiti ad un tracciato tipo di lunghezza 500 metri i cui risultati in termini di cicli di simulazione hanno presentato un consumo pari a 0,330 kWh/km con un decremento di SOC pari allo 0,52%, leggermente superiori ma in linea con i dati esposti dai costruttori.



### ***Sistema di gestione del servizio***

La gestione del servizio avviene nel rispetto dei vincoli definiti in sede di programmazione dell'esercizio e dell'autonomia dei veicoli. Poiché si tratta di mezzi a guida autonoma lo stesso "programma di servizio" dovrà essere prestabilito a livello software operativo rispettivamente a:

- corse in esercizio;
- rispetto dei punti di incrocio (sedime a corsia unica);
- intervalli di ricarica.

I summenzionati punti richiederanno una pre-analisi operativa delle condizioni fisiche del tracciato (posizione delle postazioni di ricarica e punti di incrocio rispetto alle tratte a corsia unica con “senso unico alternato”), di autonomia degli accumulatori del veicolo in termini di kWh installati e range operativo per il SOC (State of Charge) convenientemente da mantenersi entro un intervallo tra il 40% e l’80%. Tale finestra operativa non solo preserva le batterie da un deterioramento troppo veloce (con successivi ed importanti sovra costi per la sostituzione), ma può essere richiesto ed imposto dallo stesso costruttore in termini di garanzia – contratto di full service.

Pertanto si determinerà un diagramma di esercizio sulla base dell’ottimizzazione di tali parametri con turni di esercizio pubblico e ricarica, meglio descritti nell’analisi energetica. Per contro gli incroci potranno essere gestiti in modo del tutto automatico ed in sicurezza mediante il software centralizzato di gestione al fine di consentire l’impegno delle tratte a corsia unica ad un solo veicolo per senso di marcia. La mappatura 3D della via di corsa, attività propedeutica alla messa in servizio della flotta di veicoli, consente la gestione del sistema in totale sicurezza.

## Misure per ridurre la quantità e gli impatti degli approvvigionamenti

Tutte le materie utilizzate dovranno provenire da aziende fornitrici localizzate sul territorio ed i materiali utilizzati dovranno essere quanto più possibile provenienti da opere di riciclo.

## Impatti socio-economici

Come già in precedenza evidenziato, risultano essere significativi gli impatti socio-economici derivanti dall’attivazione del nuovo sistema di trasporto pubblico collettivo a guida autonoma.

In primo luogo verrà creato un nuovo asse viario “sostenibile” prima del tutto assente, ne deriva che le aree interessate risulteranno essere maggiormente connesse alla restante parte del territorio (facendo aumentare la qualità della vita delle persone residenti nonché il valore economico degli immobili in esse situati) e potranno sorgervi nuove attività commerciali/economiche.

La scelta di destinare questo nuovo asse al trasporto pubblico locale totalmente eco-sostenibile favorirà la proliferazione di nuove realtà economiche incentrate su attività eco-sostenibili e la popolazione residente potrà giovare di una migliore inclusione sociale, di una riduzione delle disuguaglianze e dei divari territoriali nonché di un miglioramento della qualità della vita dei cittadini.



## Tutela del lavoro dignitoso

I sistemi di trasporto a guida autonoma prevedono di fatto un upgrade della qualità del lavoro degli addetti coinvolti. Come spesso accade, i processi automatizzati di fatto non “rubano” il lavoro alle persone fisiche ma favoriscono un cambiamento di mansioni degli addetti.

La domanda di lavoro non sarà quindi più indirizzata su autisti che dovranno passare la giornata in coda in mezzo al traffico su obsoleti mezzi di trasporto ma sarà rivolta a personale qualificato in grado di gestire software complessi.

Basandosi sul concetto che domanda ed offerta si influenzano in modo vicendevole, tale situazione favorirà la maggiore formazione di personale ed incentiverà le future generazioni ad intraprendere percorsi scolastici che le mettano in condizione di interfacciarsi con i nuovi sistemi ad elevata connotazione tecnologica.

La scelta di questa nuova metodologia di trasporto e la creazione della sua infrastruttura (fisica e digitale) favorirà, in modo indiretto, percorsi scolastici che prevedono la frequentazione di istituti universitari (si rammenta che l'Italia risulta essere molto arretrata sotto questo punto di vista rispetto agli altri paesi europei)

## Utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative

L'utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative non coinvolge in questo specifico caso le opere civili, che risultano avere un grado di complessità relativamente basso ed in cui l'installazione di sistemi predittivi di monitoraggio strutturale, geotecnico, idraulico ecc finirebbero per risultare del tutto inutili e gravare in modo significativo sul costo di realizzazione dell'opera.

L'elevata componente tecnologica risiede nell'infrastruttura digitale a servizio del nuovo sistema di trasporto. Tutta la linea verrà mappata e codificata digitalmente per rendere possibile una continua iterazione tra veicoli e software che ne gestiscono gli spostamenti.

All'interno del percorso saranno presenti impianti semaforici “intelligenti” in grado di garantire precedenza al sistema di trasporto pubblico locale nonché un impianto tecnologico informativo che consenta all'utenza di conoscere lo stato del sistema (tempi di percorrenza, tempi di attesa, veicoli in servizio, ecc).

## Analisi di resilienza

La situazione socio-politica che si è sviluppata nel corso dell'ultimo anno nel cuore dell'Europa non ha fatto mettere in discussione le politiche fino ad oggi intraprese. La volontà della collettività è quella di perseguire l'obiettivo del progressivo abbandono delle fonti energetiche inquinanti a favore di quelle sostenibili e naturali. Essendo il nuovo sistema di trasporto alimentato ad energia elettrica, ottenibile quindi da fonti 100% rinnovabili ed eco-sostenibili, è possibile affermare che ci si sta muovendo in questa direzione.

Nel caso in cui, per un qualsiasi motivo ad oggi non preventivabile, dovesse il nuovo sistema di trasporto essere abbandonato, rimarrebbe comunque la riqualificazione completa dell'area e sarebbe possibile modificare le mansioni dei soggetti incaricati alla gestione del servizio (grazie al loro elevato livello di formazione). Quest'ultima azione non sarebbe di fatto possibile se gli addetti al servizio fossero "semplici" autisti.