



# simple

## Strumenti e Modelli Per La mobilità sostenibile

### R.3.3 Documento di definizione della sperimentazione e testing



UNIONE EUROPEA  
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDEGNA  
RICERCHE

Progetto finanziato con fondi *POR FESR 2014/2020 - ASSE PRIORITARIO I*  
*"RICERCA SCIENTIFICA, SVILUPPO TECNOLOGICO E INNOVAZIONE"*.

## INFORMAZIONI SUL PROGETTO

<b>Numero del progetto</b>	N/A	<b>Acronimo</b>	SIMPLE
<b>Titolo completo</b>	Strumenti e Modelli Per La mobilità sostenibile		
<b>Soggetto</b>	Progetto CLUSTER ICT		
<b>Data inizio</b>	01/02/2018		
<b>Durata in mesi</b>	30		
<b>Coordinatore</b>	UniCA – Università degli Studi di Cagliari		
<b>URL del progetto</b>	<a href="http://www.simple-cluster.it">http://www.simple-cluster.it</a>		

## INFORMAZIONI SUL DOCUMENTO

<b>Numero del Deliverable</b>	3.3	<b>Titolo</b>	R.3.3 Documento di definizione della sperimentazione e testing
<b>Numero del Workpackage</b>	3	<b>Titolo</b>	Sperimentazione
<b>Data di scadenza del deliverable</b>	31/03/2020		
<b>Data di sottomissione del deliverable</b>	27/08/2020		
<b>Autore/i responsabile/i</b>	Matteo Gravellu e Giovanni Tuveri		
<b>Livello di diffusione</b>	Non applicabile		

## MODIFICHE DEL DOCUMENTO

<b>Data</b>	<b>Autore</b>	<b>Modifiche</b>	<b>Versione</b>
26/03/2020	Matteo Gravellu	Inizio sperimentazione Poolbus	v1.0
26/03/2020	Lucia Pintor	Correzioni	v1.1
06/04/2020	Giovanni Tuveri	Sperimentazione Beep4me	v1.2
07/04/2020	Lucia Pintor	Revisione	v1.3
13/04/2020	Matteo Gravellu	Revisione finale	v2.0
30/07/2020	Lucia Pintor	Sperimentazioni virtuali di PoolBus	v2.1
27/08/2020	Lucia Pintor	Aggiornamento conclusioni	v2.2

# Tavola dei contenuti

Sommario	<b>5</b>
Abbreviazioni	5
I prototipi	<b>5</b>
Beep4Me	5
PoolBus	5
Definizione della sperimentazione e testing	<b>6</b>
Beep4Me	6
Descrizione delle fasi e sequenza temporale	6
Installazione dei beacon	6
Test interno	6
Test aperto	7
Grafico delle fasi temporali	8
Dati dell'utente necessari per la sperimentazione	9
Analisi delle performance	9
Descrizione dei test cases	10
Test di attesa	10
Test di salita	10
Test di discesa	12
PoolBus	14
La fase preliminare	15
L'area di studio	16
Determinazione della domanda di mobilità	17
Determinazione della percezione e della risposta al nuovo servizio	18
Determinazione della disponibilità economica	18

Determinazione dei requisiti tecnici e funzionali	18
La sperimentazione virtuale	19
Generazione delle richieste	19
Analisi delle simulazioni	21
La sperimentazione fisica	21
Lato utente	21
Dimensionamento	21
Tariffazione	23
Lato azienda	24
Risultati attesi della sperimentazione	24
Conclusioni	<b>26</b>

# 1 Sommario

Il documento ha l'obiettivo di definire le sperimentazioni dei due prototipi e le rispettive modalità di test.

## 1.1 Abbreviazioni

Abbreviazione	Significato
KPI	Key Performance Indicator
ICT	Information Communication Technology
NCC	Noleggio Con Conducente
RSSI	Received Signal Strength Indicator
SNAI	Strategia Nazionale Aree Interne

## 2 I prototipi

### 2.1 Beep4Me

Questo prototipo ha come obiettivo incentivare gli utenti ad utilizzare il trasporto pubblico e supportare in modo semplice la ripartizione degli introiti (clearing) tra le aziende che forniscono i servizi di mobilità. Le sperimentazioni prevedono l'uso delle tecnologie Bluetooth e lo sviluppo di nuove funzionalità all'interno di applicazioni per tablet e smartphone. Il team SIMPLE sta sviluppando dei moduli da integrare ad applicazioni iOS e server Django.

### 2.2 PoolBus

Questo prototipo consentirà agli utenti di prenotare dei servizi su richiesta, in modo semplice e con costi contenuti. L'obiettivo è sostenere quelle aree della Sardegna in cui il trasporto di linea tradizionale non è sufficiente per soddisfare le necessità della popolazione. Il prototipo sarà la base per un sistema completo che include diversi tipi di servizi di mobilità integrati: sharing, pooling, trasporto pubblico e servizi a chiamata. Attualmente sono in fase di sviluppo delle applicazioni Android e dei moduli server Django.

## 3 Definizione della sperimentazione e testing

### 3.1 Beep4Me

In questa sezione del documento vengono descritte le varie fasi che si susseguiranno durante il test del prototipo Beep4Me sull'applicazione CTM Busfinder, in collaborazione con i partner CTM, ARST, e Autolinee Baire.

#### 3.1.1 Descrizione delle fasi e sequenza temporale

##### 3.1.1.1 Installazione dei beacon

La fase preliminare, indispensabile al successo dei test successivi, prevede di installare dei beacon bluetooth su dei mezzi dei diversi partner coinvolti.

Per quanto riguarda CTM, sotto loro consiglio, verranno installati sui mezzi della linea 1. I mezzi sono da 12 metri e ipotizzando un raggio di copertura del beacon di circa 3 metri saranno necessari 2 beacon su ogni autobus. Per cui, ipotizzando un totale di 9 mezzi sulla linea, verranno utilizzati un totale di 18 beacon, per attrezzare tutti i bus.

ARST parteciperà con i mezzi della Metrocagliari, ma essendo i convogli di dimensioni maggiori, servono almeno 4 beacon per mezzo, ed equipaggiando 4 convogli verranno utilizzati 16 beacon.

Infine per Baire verranno installati i beacon su due mezzi che effettuano la tratta Cagliari-Capoterra, e considerando 3 beacon per mezzo verranno utilizzati in totale 6 beacon.

In totale quindi per la sperimentazione si prevede di installare circa 40 beacon.

L'installazione è poco invasiva, anche considerando che si tratta di una sistemazione di carattere esclusivamente temporaneo. Sono infatti necessari pochi minuti per ogni autobus, durante i quali i beacon verranno fissati al soffitto del mezzo tramite del nastro biadesivo forte. Questa fase dovrebbe richiedere non più di **una settimana**.

##### 3.1.1.2 Test interno

La prima fase di testing vero e proprio sarà svolta da un gruppo interno, ed avrà l'obiettivo di analizzare in modo controllato che gli eventi di interesse per il sistema vengano registrati correttamente. In questa fase verranno raccolti vari feedback per poter perfezionare l'interazione con l'utente (per le fasi successive).

I test verranno condotti da 4 persone interne al team SIMPLE o ai centri di ricerca che con esso collaborano (CIREM e DIEE) [i nominativi non sono ancora stati definiti]. Ogni tester avrà il compito di ripetere 10 volte uno o più degli scenari controllati individuati, così come descritti nella sezione 2 del documento. Ogni tester avrà inoltre a disposizione degli appositi moduli cartacei su cui annotare le operazioni effettuate, per poter poi confrontare con gli eventi registrati dall'applicazione e verificarne il corretto funzionamento. Questa fase richiede circa **due settimane**.

### 3.1.1.3 Test aperto

Infine, si procederà con un test più esteso a cui parteciperanno degli utenti del servizio CTM Busfinder. Tale utenza sarà scelta in maniera casuale tramite popup, e coinvolgerà un numero di persone pari a 200. L'obiettivo principale di questa fase è quello di verificare il funzionamento del sistema da parte di utenti che non conoscono il processo, e misurare quanto il nuovo sistema verrà "accettato" dagli utenti rispetto al precedente (validazione con QR code). Anche in questo caso il testing durerà **quattro settimane**.

#### Descrizione fasi utenti ARST / Baire / CTM

- A. La prima fase sarà quella della **raccolta delle adesioni** che potrà durare circa 2 settimane. Durante un momento specifico durante l'uso dell'app, comparirà un pop-up con cui si richiederà la partecipazione alla sperimentazione. L'ipotesi è quella di far comparire tale pop-up nel momento in cui un utente acquista un abbonamento o un carnet da 12 corse. Il testo del pop-up avrà un testo del tipo: "Utilizzi abitualmente la **linea 1 CTM, Autolinee Baire o MetroCagliari**? Vuoi partecipare alla sperimentazione della **validazione automatica**? Se accetti riceverai **maggiori dettagli via e-mail...**". L'utente potrà accettare o rifiutare. L'utente che accetterà riceverà via e-mail alcune informazioni e il link che rimanda a una pagina web. Nella pagina web troverà la guida alla validazione automatica / sperimentazione e l'informativa sulla privacy dedicata alla sperimentazione Beep4Me che dovrà accettare per poter partecipare.
- B. All'avvio di CTM Busfinder, dopo l'abilitazione della funzionalità di Validazione Automatica, verranno richiesti i permessi per l'uso di:
- notifiche da presentare all'utente per informarlo sulla Validazione Automatica
  - dati di movimento per la realizzazione della Validazione Automatica
  - dati di localizzazione per la realizzazione della Validazione Automatica
  - bluetooth per la realizzazione della Validazione Automatica
- L'utente dovrà permettere l'uso di questi dati **Sempre e Attivare il Bluetooth**.
- C. L'utente dovrà effettuare il login per poter Validare i biglietti e vedere le **preferenze di validazione automatica**. Dovrà quindi verificare che la funzionalità di *Validazione Automatica* sia attivata, nella sezione *Menu > Account*. Se risulta disattivata, dovrà attivarla.
- D. Funzionalità di Check-in  
L'utente dovrà utilizzare il servizio di trasporto normalmente, controllando che le notifiche ricevute in app siano corrette, cioè che corrispondano al caso di validazione / trasbordo che lui ha realizzato effettivamente. I casi possibili sono:
- ha almeno un biglietto non scaduto; riceverà la notifica "**Complimenti! Hai effettuato il trasbordo automatico sul biglietto XYZ in data dd/mm/aaaa**" ed eseguendo un clic sulla notifica verrà portato alla schermata biglietti, dove potrà vedere il suo biglietto aggiornato;

- b. ha biglietti di un solo tipo, ancora da validare; riceverà la notifica “**Complimenti! - Il biglietto XYZ è stato validato in modo automatico in data dd/mm/aaaa**” ed eseguendo un clic sulla notifica verrà portato alla schermata biglietti, dove potrà vedere il suo biglietto aggiornato; cliccando sulla notifica entro un minuto potrà annullare una validazione errata;
- c. ha più tipi di biglietti da validare; riceverà la notifica “**Attenzione! Abbiamo trovato diversi biglietti**” ed eseguendo un clic sulla notifica verrà portato alla schermata di dettaglio, che gli consiglierà di premere il bottone Prosegui per scegliere un biglietto nella schermata biglietti e validarlo semplicemente premendo il bottone Valida;
- d. non ha biglietti o ha solo biglietti scaduti; riceverà la notifica “**Attenzione! Non hai biglietti disponibili!**” ed eseguendo un clic sulla notifica verrà portato alla schermata di dettaglio, dove gli verrà suggerito di acquistare un biglietto, premendo il bottone Acquista.

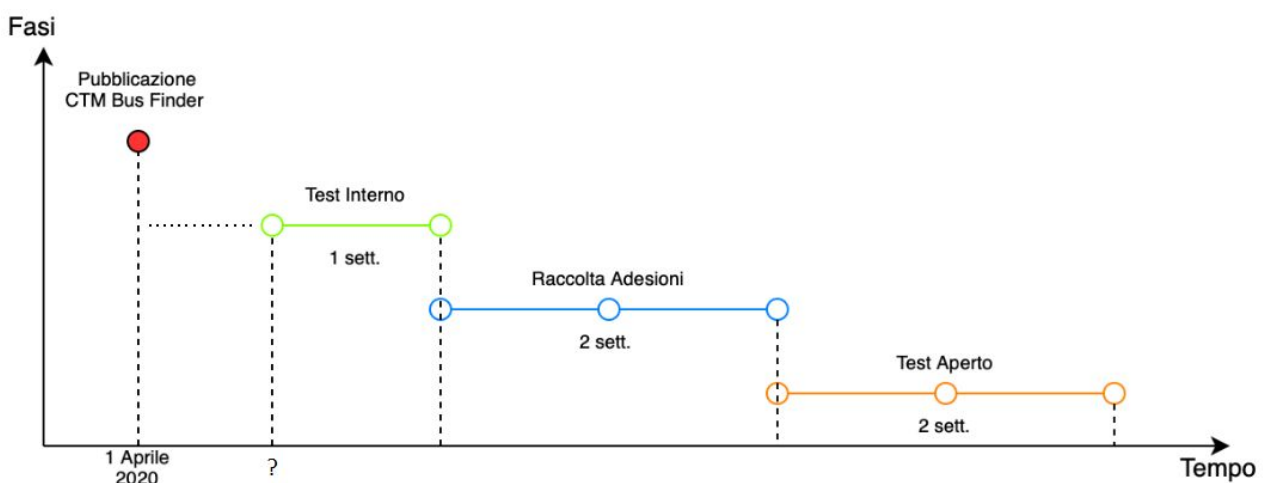
#### E. Funzionalità di Check-out

Per testare la fase di check-out, è prevista l’attivazione una notifica con cui l’utente potrà verificare l’effettiva rilevazione della fine di quella parte del viaggio. Questa avrà un testo simile a “**Grazie! Hai effettuato il check-out automatico!**” L’utente riceverà questa notifica:

- a. quando si allontana da un bus su cui sono installati dei beacon, dopo aver eseguito un check-in automatico (beacon) o manuale (QR-code)
- b. uscendo da una fermata, dopo aver eseguito un check-in manualmente su un autobus su cui non sono presenti beacon.

Gli utenti che in questa fase eseguiranno almeno 10 validazioni riceveranno come **premio** 3 biglietti di corsa semplice da 90 minuti.

#### 3.1.1.4 Grafico delle fasi temporali





### 3.1.2 Dati dell'utente necessari per la sperimentazione

L'applicazione mobile sostanzialmente effettua il sensing **registrando eventi** di ingresso ed uscita dalle regioni dei beacon e dalle regioni delle fermate, oltre che stimare l'**attività** utente. Per portare a termine tutte le operazioni di validazione ha necessità di accedere ed usare i seguenti dati utente:

- posizione all'ingresso o uscita da una regione
- data/ora di ingresso o uscita da una regione
- dati di movimento
- dati provenienti dal beacon (RSSI, prossimità, codici identificativi del beacon)

Tali dati, legati al particolare evento, vengono inviati e salvati nel server.

In generale i dati di cui il sistema ha bisogno per effettuare tutte le operazioni riguardanti la validazione di un biglietto in modo automatico sono:

- eventi inviati dall'app
- validazioni (di qualunque tipo) eseguite in precedenza dall'utente (automatiche e manuali)
- acquisti dell'utente
- dati riguardanti le vetture (relazione tra beacon e bus)

**Durante l'uso del sistema**, data la necessità di informazioni sui biglietti e sulle validazioni, **i dati utilizzati non possono essere anonimi**. I dati utente potrebbero anche essere necessari per ottenere un feedback sull'uso e per risolvere eventuali problemi di funzionamento. Invece i dati che verranno salvati per le successive analisi delle performance e per sviluppi futuri del sistema **saranno completamente anonimizzati**.

### 3.1.3 Analisi delle performance

Durante la **sperimentazione interna** l'analisi delle prestazioni potrà essere effettuata basandosi sul confronto tra le validazioni manuali effettuate in corrispondenza di ogni ingresso e uscita dal bus, e l'avvenuta validazione automatica, se questa avviene. In questo modo sarà possibile verificare con una corrispondenza 1:1 la correttezza di una validazione automatica. Oppure il confronto sarà eseguito tra la validazione manuale e gli eventi registrati dall'app, nel caso in cui la validazione automatica non sia avvenuta.

Durante la **sperimentazione aperta** agli utenti dei bus, l'analisi delle prestazioni non potrà essere basata sul confronto tra le operazioni di validazione eseguite manualmente e quelle automatiche corrispondenti, dato che si andrebbe a caricare l'utente di troppe azioni da svolgere. Quindi l'analisi prestazionale verrà eseguita confrontando gli eventi registrati dall'app con le validazioni manuali eseguite dall'utente, quando non è avvenuta la validazione automatica. Questo approccio presuppone che l'utente sia bene informato sul funzionamento del sistema e che quindi verifichi che la validazione automatica sia avvenuta con successo.

Per la precisione, nel caso in cui l'operazione non avvenga, per qualunque motivo, entro un tempo predefinito necessario all'app per determinare un ingresso/uscita stabile (che si può stimare in massimo 1 minuto), l'utente dovrà attivarsi per effettuare la validazione utilizzando il QR-code. Per poter analizzare dei dati completi sarà necessario che l'utente verifichi tutte le operazioni di

validazione che si possono verificare durante l'uso dei mezzi pubblici, siano esse obbligatorie (validazione e trasbordo) o meno (checkout), ed effettuarle manualmente se non eseguite dal sistema automatico.

In questo modo sarà possibile verificare le prestazioni in termini di falsi positivi (validazione, trasbordo e checkout eseguito quando non doveva essere eseguito) e falsi negativi (validazione, trasbordo e checkout non eseguiti quando dovevano essere eseguiti) in rapporto al numero di operazioni totali e validare il sistema proposto.

### 3.1.4 Descrizione dei test cases

In questa sezione vengono descritti i dettagli dei vari test-cases che verranno seguiti durante la fase di **test interno**. Come già indicato, ognuno di essi verrà ripetuto per un numero di volte pari a 10 (almeno), e i tester dovranno registrare gli eventi in un modulo cartaceo (vedere il fac-simile in 2.4).

#### 3.1.4.1 Test di attesa

<b>id</b>	ATTESA
<b>Nome</b>	Attesa alla fermata <b>senza</b> salita.
<b>Obiettivo</b>	Verificare che il check-in non avvenga.
<b>Precondizioni Specifiche</b>	Nessuna.
<b>Input</b>	L'utente sta fermo alla fermata e un mezzo dotato di beacon si ferma e poi riparte.
<b>Output</b>	L'utente non deve ricevere alcuna notifica. Non deve essere generato alcun evento.

#### 3.1.4.2 Test di salita

<b>id</b>	SALITA_1
<b>Nome</b>	Salita per viaggio semplice (1 mezzo) - biglietto non attivo.
<b>Obiettivo</b>	Verificare che l'utente riceva la notifica " <b>Complimenti! Il biglietto XYZ è stato validato ...</b> ", entro il tempo prestabilito (30-45 sec).
<b>Precondizioni Specifiche</b>	L'utente deve avere un solo tipo di biglietto ancora da validare (ad esempio un solo biglietto da 90 minuti, o 3 biglietti da 120 minuti).
<b>Input</b>	Utente attende alla fermata e all'arrivo del bus sale.
<b>Output</b>	L'utente deve ricevere una notifica " <b>Complimenti! Il biglietto XYZ è stato validato ...</b> ". Deve essere generato un evento di check-in (Validazione).

<b>id</b>	SALITA_2
<b>Nome</b>	Salita dopo discesa (2° mezzo / linea) - biglietto attivo.
<b>Obiettivo</b>	Verificare che l'utente riceve la notifica " <b>Complimenti! Hai effettuato il trasbordo automatico sul biglietto XYZ ...</b> ", entro il tempo prestabilito(30-45 sec), dopo una recente discesa da un altro bus.
<b>Precondizioni Specifiche</b>	L'utente deve aver effettuato le operazioni di DISCESA_1 e SALITA_1 (in questo ordine). L'utente deve avere un biglietto attivo.
<b>Input</b>	L'utente attende alla fermata e all'arrivo del bus sale.
<b>Output</b>	L'utente deve ricevere una notifica " <b>Complimenti! Hai effettuato il trasbordo automatico sul biglietto XYZ ...</b> ". Deve essere generato un evento di check-in (Trasbordo).

<b>id</b>	SALITA_3
<b>Nome</b>	Salita (1 mezzo / linea) - più tipi di biglietti non validati.
<b>Obiettivo</b>	Verificare che l'utente riceve la notifica " <b>Attenzione! Abbiamo trovato diversi biglietti ...</b> ", entro il tempo prestabilito (30-45 sec).
<b>Precondizioni Specifiche</b>	L'utente deve avere diversi tipi di biglietti (es. 1 biglietto da 90 minuti e 1 biglietto da 120 minuti).
<b>Input</b>	Come SALITA_1.
<b>Output</b>	L'utente deve ricevere una notifica " <b>Attenzione! Abbiamo trovato diversi biglietti ...</b> ". Deve premere sulla notifica, scegliere un biglietto e validarlo manualmente premendo sul bottone VALIDA. Deve essere generato un evento di check-in (Validazione).

<b>id</b>	SALITA_4
<b>Nome</b>	Salita (1 mezzo / linea) - senza biglietti.
<b>Obiettivo</b>	Verificare che l'utente riceve la notifica " <b>Attenzione! Non hai biglietti disponibili!</b> ", entro il tempo prestabilito (30-45 sec).
<b>Precondizioni Specifiche</b>	L'utente non deve avere biglietti da validare o attivi, ma può avere biglietti scaduti.
<b>Input</b>	Come SALITA_1.
<b>Output</b>	L'utente deve ricevere una notifica " <b>Attenzione! Non hai biglietti disponibili!</b> ". Deve premere sulla notifica e poi proseguire alla schermata Acquista, dove può acquistare un biglietto e validarlo manualmente, utilizzando il QR-code. Deve essere generato un evento di check-in (Validazione).

<b>id</b>	SALITA_5
<b>Nome</b>	Attesa e Salita a un capolinea di più linee.
<b>Obiettivo</b>	Verificare che il check-in avviene solo sul mezzo in cui è salito l'utente.
<b>Precondizioni Specifiche</b>	Essere a un capolinea con più bus dotati di beacon fermi in attesa di partire. L'utente deve avere un biglietto attivo.
<b>Input</b>	L'utente sta fermo alla fermata, poi sale su uno dei mezzi in attesa della partenza.
<b>Output</b>	L'utente deve ricevere una notifica di check-in (Validazione o Trasbordo). Deve essere generato un evento di check-in (Validazione o Trasbordo).

#### 3.1.4.3 Test di discesa

<b>id</b>	DISCESA_1
<b>Nome</b>	Discesa semplice.
<b>Obiettivo</b>	Verificare che il check-out avviene solo dopo essere scesi da un mezzo, entro un certo tempo dalla discesa.
<b>Precondizioni Specifiche</b>	L'utente deve aver già effettuato le operazioni in SALITA_1.
<b>Input</b>	L'utente effettua un viaggio di circa 5-6 minuti, scende dal mezzo e poi si allontana a piedi dalla fermata.
<b>Output</b>	L'utente non deve ricevere alcuna notifica. Deve essere generato un evento di check-out.

<b>id</b>	DISCESA_2
<b>Nome</b>	Discesa con attesa alla fermata/capolinea (1 bus).
<b>Obiettivo</b>	Verificare che il check-out avviene solo dopo essere scesi da un mezzo, entro un certo tempo dalla discesa, anche se l'utente e il mezzo rimangono nell'area della fermata.
<b>Precondizioni Specifiche</b>	L'utente deve aver già effettuato le operazioni in SALITA_1.
<b>Input</b>	L'utente effettua un viaggio di circa 5-6 minuti, scende dal mezzo e poi rimane alla fermata, ma fuori dal bus.
<b>Output</b>	L'utente non deve ricevere alcuna notifica. Deve essere generato un evento di check-out.

#### 3.1.4.4 Fac-simile modulo per i tester

Il modulo cartaceo per il record degli eventi potrà prevedere una pagina per tipo di test, con una riga per ogni simulazione. Le informazioni da rilevare potrebbero essere organizzate come segue:

ID test	Orario inizio	Notifica		Testo notifica		Orario notifica
		SI	NO	OK	NOK	
1	13:29:30	X		X		13:30:04
2	13:40:23		X		X	-
3	13:52:05	X			X	13:52:30

### 3.3 PoolBus

L'obiettivo globale della sperimentazione del prototipo PoolBus è legato al conseguimento di obiettivi strategici di carattere generale quali:

- l'aumento dell'efficienza tecnico-economica della rete di trasporto pubblico, al fine di conferire al servizio un alto grado di qualità, flessibilità e rispondenza alle esigenze dell'utenza, e quindi di sostituire il traffico di autoveicoli privati
- la promozione di sistemi di mobilità alternativi compatibili con l'ambiente e con prestazioni intermedie tra il trasporto pubblico e l'auto privata in termini di flessibilità e costi
- la razionalizzazione della rete di trasporto attraverso un miglior uso delle risorse disponibili, efficientando l'intero sistema e potenziando il funzionamento del trasporto intermodale

A tale proposito, il prototipo PoolBus intende realizzare una piattaforma ICT in grado di gestire mezzi di differenti operatori di trasporto, offrendo e promuovendo alternative di trasporto condiviso. Le alternative incluse nel prototipo (tra cui trasporto pubblico locale, servizi a chiamata e servizi di sharing) sono in grado di offrire un servizio con un'alta capillarità, con l'obiettivo di migliorare la disponibilità dei servizi di trasporto condiviso soprattutto in quelle aree sprovviste di un trasporto pubblico locale efficiente.

Durante la fase di sperimentazione, verrà rivolto un focus particolare al trasporto a chiamata operato da mezzi di capacità ridotta (shuttle o navette). Così come inteso dal progetto SIMPLE, il trasporto a chiamata:

- è in grado di fornire valide alternative per gli spostamenti non sistematici nelle aree e negli orari caratterizzati da domanda debole;
- può ricoprire la funzione di "alimentatore" verso linee forti del trasporto pubblico su gomma e su ferro, aumentando così l'attrattività del trasporto collettivo;
- può inoltre provocare un forte interesse degli operatori di car sharing in punti di destinazione raggiunti frequentemente dagli utenti del trasporto a chiamata, fornendo un'ulteriore alternativa all'uso dell'auto e promuovendo l'intermodalità tra servizi di trasporto differenti.

Se, come accennato, l'obiettivo generale del sistema è fornire un servizio di trasporto diffuso ed efficiente, alcuni obiettivi nell'implementazione di un trasporto a chiamata sono:

Obiettivo	KPI
Collegare i punti di interesse di un'area a domanda debole agli attrattori principali della zona	Domanda degli utenti
Migliorare la capacità di adeguamento	Rapporto domanda/capacità
Migliorare il livello di fruibilità	Tempo di camminata Tempo di attesa
Migliorare il livello di servizio	Tempo a bordo del mezzo Distanza
Migliorare il comfort	Scala likert

La sperimentazione viene suddivisa principalmente in tre fasi:

- 1. Fase preliminare**
- 2. Fase virtuale**
- 3. Fase fisica**

A seguire, una tabella descrittiva della durata delle macro-fasi della sperimentazione:

Fase della sperimentazione	Durata
1. Fase preliminare - Divulgazione del questionario e raccolta dei dati	4 settimane
2. Fase preliminare - Analisi dei dati del questionario	1 settimana
3. Fase virtuale - Sperimentazione interna del prototipo	2 settimane
4. Fase fisica - Sperimentazione del prototipo	2 settimane

### 3.3.1 La fase preliminare

L'indagine di pre-sperimentazione (fase preliminare) segue quindi i punti 3.2.1.2 - 3.2.1.4 grazie alla divulgazione e alla compilazione del questionario. I risultati del questionario verranno analizzati

con l'obiettivo di individuare almeno 30 utenti tester. La fase della scelta dell'azienda NCC come risorsa di supporto alla sperimentazione seguirà i requisiti tecnici e funzionali descritti nel paragrafo 3.2.1.5.

La fase preliminare è così strutturata:

1. identificazione dell'area di studio
2. determinazione della domanda di mobilità
3. determinazione della percezione e della risposta degli utenti rispetto al nuovo servizio
4. determinazione della disponibilità economica
5. determinazione dei requisiti tecnici e funzionali del personale coinvolto nella produzione del servizio

La fase preliminare della sperimentazione ha una durata dipendente dal raggiungimento dell'obiettivo di compilazione del questionario da parte di almeno 100 utenti, dai quali verranno estratti e scelti i 30 utenti tester partecipanti alla fase fisica della sperimentazione. La durata minima di compilazione del questionario è di 3 settimane circa.

#### *3.3.1.1 L'area di studio*

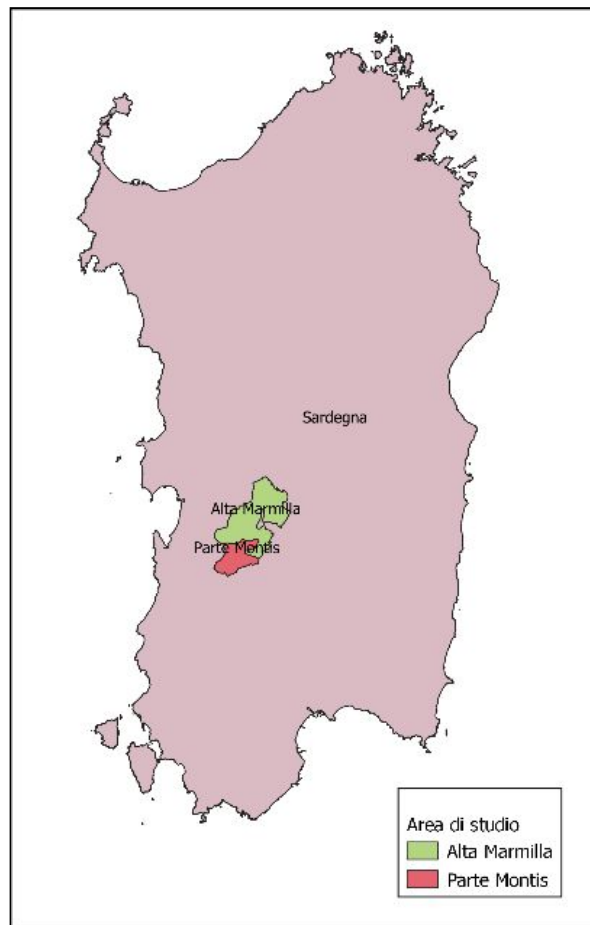
L'area di studio scelta per la sperimentazione si configura nelle Unioni di Comuni "Alta Marmilla" e "Parte Montis".

L'Unione di Comuni "Alta Marmilla" è situata nella parte sud orientale della provincia di Oristano e raccoglie i territori comunali di Albagiara, Ales, Assolo, Asuni, Baradili, Baressa, Curcuris, Gonnoscodina, Gonnosnò, Mogorella, Morgongiori, Nureci, Pau, Ruinas, Senis, Sini, Usellus, Villa Sant'Antonio e Villa Verde.

L'80% dei comuni ricade in aree periferiche e ultra periferiche: 8 dei 19 comuni ricadenti nell'Unione sono "a rischio di scomparsa". L'Alta Marmilla, classificata come Area Interna, è stata inclusa come area oggetto di riqualificazione nella Programmazione per le Aree Interne 2014/20. La Strategia Nazionale Aree Interne (SNAI) prevede di incrementare l'offerta di servizi pubblici, per garantire i diritti di cittadinanza e per incrementare la domanda di lavoro e l'utilizzo del capitale territoriale latente attraverso progetti di sviluppo locale.

L'Unione di Comuni "Parte Montis" è adiacente alla parte meridionale dell'Unione di Comuni "Alta Marmilla" e accoglie i comuni di Gonnostramatza, Masullas, Mogoro, Pompu, Simala e Siris.





### 3.3.1.2 *Determinazione della domanda di mobilità*

La determinazione della domanda di mobilità è importante per capire le abitudini di viaggio dei cittadini in una determinata area di studio. La sperimentazione prevede la divulgazione di un questionario che chiede, a titolo informativo e analitico/statistico, le abitudini di viaggio dei cittadini per gli spostamenti sistematici e non sistematici. Le informazioni richieste per gli spostamenti sistematici (casa-lavoro) riguardano:

- comune di origine dello spostamento
- comune di destinazione dello spostamento
- fascia oraria di inizio dello spostamento
- alternativa modale utilizzata

Le informazioni richieste per gli spostamenti non sistematici, ossia gli spostamenti effettuati per motivi quali shopping, visite mediche, servizi posta/banca e attività ricreative, sono:

- comune di origine dello spostamento
- comuni delle destinazioni più frequenti
- fasce orarie più comuni degli spostamenti
- alternativa modale utilizzata

La componente del questionario permetterà di mappare:

- motivo dello spostamento
- fascia oraria dello spostamento
- origine dello spostamento
- destinazione dello spostamento
- alternativa modale dello spostamento

#### *3.3.1.3 Determinazione della percezione e della risposta al nuovo servizio*

Il questionario prevede una seconda parte strutturata in modo tale da permettere la raccolta delle intenzioni dei cittadini nell'eventuale utilizzo di un servizio di trasporto a chiamata. Per i differenti motivi di spostamento (lavoro, shopping, visite mediche, posta/banca, attività ricreative) viene richiesta l'intenzione nell'utilizzo di un servizio di trasporto a chiamata con le seguenti probabilità:

- assolutamente no
- improbabile
- forse
- probabile
- assolutamente sì

#### *3.3.1.4 Determinazione della disponibilità economica*

All'interno della seconda parte del questionario, in correlazione con la fascia economica di reddito e con la distanza delle coppie origine/destinazione più frequenti, verrà richiesta la disponibilità economica del servizio per meglio comprendere le aspettative di prezzo di un utente nei confronti di un servizio più flessibile del trasporto pubblico locale.

#### *3.3.1.5 Determinazione dei requisiti tecnici e funzionali*

La fase di sperimentazione fisica del prototipo prevede il coinvolgimento di un'azienda NCC. L'azienda e gli autisti designati devono rispettare i seguenti requisiti.

#### **AZIENDA:**

Il noleggio con conducente è un'azienda che rivolge un servizio ad un'utenza specifica predeterminata che avanza apposita richiesta per una prestazione a tempo e/o viaggio. Tale azienda deve necessariamente disporre di licenza di operatività<sup>1</sup> e avere a disposizione almeno una sede operativa con rimessa nel territorio di rilascio dell'autorizzazione<sup>2</sup>.

Oltre ai requisiti obbligatori richiesti in generale per l'esercizio di servizi di trasporto pubblico non di linea, il team SIMPLE richiede come requisito aggiuntivo la disposizione elettronica del foglio di servizio dell'attività NCC. Inoltre, il team SIMPLE richiede come requisito aggiuntivo il possesso di almeno un veicolo da 9 posti per l'espletamento della fase fisica della sperimentazione prevista. Tale veicolo con capacità nominale di 9 posti verrà utilizzato come riferimento per il dimensionamento economico dell'offerta. Il veicolo deve avere i requisiti di un buono stato e di

---

<sup>1</sup> L. 15 gennaio 1992, n. 21, "Legge quadro per il trasporto di persone mediante autoservizi pubblici non di linea".

<sup>2</sup> Circolare del Ministero dell'Interno del 28 febbraio 2019

un'età inferiore ai 15 anni. Inoltre, il veicolo deve risultare regolare per quanto riguarda l'imposta di bollo, l'assicurazione RCA e il tagliando della revisione.

#### **CONDUCENTE:**

Il conducente, come istituito dalle camere di commercio, industria, artigianato e agricoltura, deve:

- possedere certificato di abilitazione professionale<sup>3</sup> (noto anche come certificato KB);
- avere età compresa tra 21 e 55 anni;
- essere privo di pendenze penali a suo carico;
- avere la patente B in corso di validità.

#### 3.3.2 La sperimentazione virtuale

La sperimentazione virtuale è una serie di test interni che, in base alle risposte dei questionari compilati, produce delle statistiche per generare automaticamente i dati per le simulazioni e verifica il buon funzionamento del sistema.

##### 3.3.2.1 Generazione delle richieste

Una volta terminata la fase preliminare, i questionari saranno analizzati e verranno generati dei set di richieste per le simulazioni basandosi sul metodo Monte Carlo.

Il metodo Monte Carlo si basa sulla generazione di molteplici scenari per determinare il valore atteso di una variabile casuale. Nella sperimentazione PoolBus, la generazione di molteplici scenari è implementata dalla propagazione di una basic formula tante quante volte richiesto dal modello.

I dati utilizzati tra quelli raccolti dal questionario saranno quelli corrispondenti alla terna di valori:

- origine
- destinazione
- fascia oraria di riferimento

L'attività che si va a formare è quindi la coppia O/D per la fascia oraria di riferimento, mentre viene definito l'estremo massimo delle richieste avanzate. Se una terna non è selezionata da nessun utente, questa avrà minore probabilità di essere selezionata per la simulazione.

---

<sup>3</sup> L. 24 marzo 1988, n. 122, "Modifiche a taluni articoli del testo unico delle norme sulla disciplina della circolazione stradale approvato con decreto del Presidente della Repubblica 15 giugno 1959".

Esempio:

ACTIVITY (8-10)	MINIMUM	MAXIMUM
Mogoro - Ales	Unknown	5
Oristano - Ales	Unknown	3
Baressa - Ales	Unknown	2
...	...	...

Il numero massimo di richieste è quello dichiarato dagli utenti nella compilazione del questionario. Il numero minimo di richieste è chiaramente incognito, a tal proposito, le alternative sono due: i) ipotizzare pari a 0 il numero minimo delle richieste oppure ii) ipotizzare nella fascia di riferimento una sub-fascia di riferimento dipendente da un intervallo temporale scelto (e.g. 20', 30', etc.) e da una distribuzione di riferimento (e.g. costante, lineare, triangolare, etc.).

A questo punto viene generato lo scenario estraendo un numero X casuale di richieste. Naturalmente, le risposte dei questionari danno pesi differenti alla probabilità di estrarre una determinata terna origine-destinazione-fascia oraria.

Nelle simulazioni inoltre vengono ricostruiti 4 tipi di scenari:

- Shopping (S)
- Visite mediche (V)
- Posta/Banca (P)
- Attività ricreative (A)

Per ogni motivo di viaggio, possono essere quindi ricostruiti n scenari di riferimento:

- Shopping: S1, S2, S3, ... Sn
- Visite mediche: V1, V2, V3, ... Vn
- Posta/Banca: P1, P2, P3, ... Pn
- Attività ricreative: A1, A2, A3, ... An

Gli scenari indipendenti per i differenti motivi di viaggio vanno combinati tra loro per ottenere lo scenario giornaliero. Esempi:

- Scenario giornaliero 1: S1 + V1 + P1 + A1
- Scenario giornaliero 2: S1 + V1 + P1 + A2
- ...
- Scenario giornaliero i: Sy+ Vx + Pm + An
- ...

Servirà quindi un codice in grado di combinare i differenti tipi di scenario in modo tale da ottenere, per ogni giorno della settimana, molteplici scenari da utilizzare come input delle prenotazioni da testare all'interno del sistema.

Per ogni scenario si possono generare inoltre dei sotto-scenari differenti per ogni giorno della settimana (dal lunedì al venerdì) oppure si può prelevare una porzione delle richieste della simulazione.

#### *3.3.2.2 Analisi delle simulazioni*

Le richieste della simulazione devono essere memorizzate in un file per essere poi confrontate con le informazioni salvate nel database. Ciò ha il fine di valutare innanzitutto quante richieste vengono soddisfatte e in quale modo, ovvero analizzando i tempi di attesa, i costi e la durata del viaggio delle navette rispetto al trasporto pubblico.

L'analisi dei dati può essere anche un utile strumento per rilevare bug o anomalie. Nel caso in cui sia necessario modificare il codice, la sperimentazione virtuale verrà eseguita nuovamente.

#### *3.3.3 La sperimentazione fisica*

Il presente paragrafo ha l'obiettivo di determinare le modalità di svolgimento ed eventuali dettagli della sperimentazione fisica del prototipo Poolbus.

##### *3.3.3.1 Lato utente*

I 30 utenti tester verranno incaricati del download dell'applicazione per smartphone Poolbus. Una volta scaricata l'applicazione e fornito il consenso al trattamento dei dati, ciascun utente verrà incaricato di eseguire operazioni di prenotazione all'interno delle municipalità indicate componenti l'area di studio.

L'operazione di prenotazione include informazioni quali:

- origine dello spostamento
- destinazione dello spostamento
- numero di passeggeri che richiedono lo spostamento
- fascia oraria desiderata dello spostamento

Nelle due settimane di sperimentazione fisica, ogni utente verrà incaricato di svolgere un numero di prenotazioni minimo pari a 3 e massimo pari a 4. Il vincolo dimensionale del numero di prenotazioni dipende esclusivamente dalle risorse disponibili all'espletamento della presente fase, in quanto i costi associati alla sperimentazione ricadono esclusivamente sui fondi progettuali.

Ogni utente verrà provvisto di un plafond (limite massimo di finanziamento e credito) di 125 € che dovrà gestire nelle due settimane di sperimentazione. Il calcolo di questo plafond personale deriva da un'analisi preliminare sulle distanze di riferimento tra i comuni dell'Alta Marmilla e la destinazione potenziale di riferimento coincidente con il comune di Ales.

##### *3.3.3.2 Dimensionamento*

La distanza minima è quella associata al percorso diretto Zeppara - Ales (2.3 km), mentre quella massima al percorso diretto Ruinas - Ales (23.6 km). Tale distanza massima è stata presa come

riferimento come lunghezza media della corsa in fase di sperimentazione fisica e arrotondata per eccesso a 25 km.

Supponendo quindi due settimane di sperimentazione, dal lunedì al venerdì, si intende implementare il sistema di trasporto a chiamata per 10 giorni. Supponendo inoltre un numero medio di corse giornaliere pari a 10, il totale delle prenotazioni dovrebbero essere circa 100.

La distanza prevista percorsa dal veicolo è pari a circa 2500 km, che moltiplicati orientativamente per il costo medio di espletamento di servizio di trasporto a chiamata pari a 1.50 €/km, conduce a un dimensionamento preliminare di spesa pari a 3750 €. Considerando quindi un numero di utenti tester pari a 30, mediamente, verranno caricati nel platfond personale di ciascun utente la cifra di 125 €/tester, ottenuto dal rapporto del costo preliminare della sperimentazione e dal numero di utenti tester.

<b>Elemento</b>	<b>Dimensione</b>
<b>Lunghezza massima di una corsa</b>	25 km
<b>Numero delle corse giornaliere</b>	10
<b>Giorni previsti dalla sperimentazione</b>	10
<b>Lunghezza totale percorsa</b>	2500 km
<b>Costo standard del servizio</b>	1.50 €/km
<b>Spesa preliminare</b>	3750 €
<b>Platfond personale per ogni utente tester</b>	125 €
<b>Capacità del veicolo richiesto</b>	9 posti
<b>Area di studio</b>	Unioni di Comuni "Alta Marmilla" e "Parte Montis"

<i>Matrice delle distanze [km]</i>		<b>Destinazione di riferimento</b>
<b>Origine</b>		<b>Ales</b>
<b>1</b>	<b>Albagiara</b>	7,4
<b>2</b>	<b>Ales</b>	-
<b>3</b>	<b>Assolo</b>	12,5
<b>4</b>	<b>Asuni</b>	21
<b>5</b>	<b>Baradili</b>	13
<b>6</b>	<b>Baressa</b>	11
<b>7</b>	<b>Curcuris</b>	3,3
<b>8</b>	<b>Escovedu</b>	6,3
<b>9</b>	<b>Figu</b>	7
<b>10</b>	<b>Gonnoscodina</b>	8,8
<b>11</b>	<b>Gonnosnò</b>	7,6
<b>12</b>	<b>Mogorella</b>	15,6
<b>13</b>	<b>Morgongiori</b>	6,4
<b>14</b>	<b>Nureci</b>	19,2
<b>15</b>	<b>Pau</b>	3,9
<b>16</b>	<b>Ruinassas</b>	23,6
<b>17</b>	<b>Senis</b>	14,7
<b>18</b>	<b>Sini</b>	12
<b>19</b>	<b>Usellus</b>	8,3
<b>20</b>	<b>Villa Sant'Antonio</b>	17,9
<b>21</b>	<b>Villa Verde</b>	5,5
<b>22</b>	<b>Zeppara</b>	2,3

### 3.3.3.3 *Tariffazione*

Nonostante il dimensionamento massimo di spesa della sperimentazione fisica, il sistema mostrerà all'utente la tariffazione associata al viaggio desiderato poco prima dell'inizio del viaggio. Tale scelta deriva dal desiderio del team SIMPLE di ricevere feedback non solo sulla qualità del servizio stesso, ma anche sulla tariffazione applicata e se, come strutturata, potrebbe funzionare nella realtà.

Ciascun itinerario viene scomposto in tratte: ciascuna tratta k-esima è pertanto una porzione dell'itinerario che può essere condivisa da utenti che fanno parte di prenotazioni differenti. L'idea generale alla base del sistema di tariffazione è associare agli utenti i costi delle tratte dell'itinerario alle quali prendono parte. Un utente potrebbe infatti essere caricato successivamente all'origine dell'itinerario o terminare il viaggio prima del termine dell'itinerario totale, evitando così il pagamento delle tratte non condivise con altri utenti.

La formula utilizzata per la tariffazione della prenotazione i-esima è la seguente:

$$T_i = \sum_k D_k \frac{n_i}{n_k} * contributo * C$$

Con:

- **T<sub>i</sub>**: tariffa associata alla prenotazione i-esima
- **D<sub>k</sub>**: distanza della tratta k-esima
- **n<sub>i</sub>**: numero di utenti associati alla prenotazione i-esima che partecipano alla tratta k-esima
- **n<sub>k</sub>**: numero di utenti totali che partecipano alla tratta k-esima
- **contributo**<sup>4</sup>: pari al 35%
- **C**: costo standard chilometrico

#### 3.3.3.4 Lato azienda

L'azienda NCC che dovrà garantire l'espletamento del servizio attraverso la ricezione degli itinerari di viaggio strutturati come:

- partenza da un punto di origine dell'itinerario
- passaggio per determinati punti notevoli della rete, coincidenti con eventuali punti di prelievo di altri utenti
- termine nel punto finale di destinazione dell'itinerario

Ogni punto notevole del percorso sarà associato ad un orario di passaggio predeterminato.

In aggiunta, i percorsi saranno inviati all'azienda NCC in formato elettronico tramite email. L'azienda deve infatti garantire il servizio di trasporto a chiamata nelle fasce orarie previste dalla sperimentazione (e.g. 08:00 - 13:00 per la fascia del mattino, 14:00 - 20:00 per la fascia della sera).

#### 3.3.4 Risultati attesi della sperimentazione

Come anticipato precedentemente, l'obiettivo generale, strutturato in obiettivi strategici, risponde a misurazioni numeriche che dimostrano o meno il raggiungimento concreto dell'obiettivo stesso. A tal proposito, gli indicatori misurano un miglioramento o un eventuale peggioramento del contesto rispetto ai dati di partenza. Gli indicatori (KPI) sono quindi alla base della fase di monitoraggio e fondamentali nella valutazione di un progetto.

#### **Risultato atteso 1: miglioramento della capacità di adeguamento del sistema**

Uno dei problemi principali del sistema di trasporto pubblico locale è la scarsa appetibilità del sistema stesso: tale svantaggio provoca una riduzione del numero delle corse soprattutto in quelle

---

<sup>4</sup> La copertura dei costi dalla tariffazione è imposta al 35% ed in linea con la normativa attualmente in vigore per il rapporto tra ricavi da traffico e costi operativi come previsto dal D. Lgs. n. 422 del 1997.



aree dove il sistema di trasporto pubblico locale non è economicamente sostenibile, provocando inoltre una preferenza dell'utenza verso il trasporto privato.

Di conseguenza, le aziende di trasporto pubblico operano spesso, soprattutto in aree a domanda debole, corse con scarsi coefficienti occupazionali. Il coefficiente occupazionale è quindi l'indicatore individuato per misurare il miglioramento della capacità di adeguamento del sistema. Il concetto chiave è in realtà semplice: quando la domanda di trasporto è ridotta, è consigliato utilizzare veicoli con capacità ridotta.

$$O = V / C$$

con:

- O: coefficiente di occupazione del veicolo
- V: domanda totale caricata dal veicolo in una corsa [pass./corsa]
- C: capacità del veicolo utilizzato nella stessa corsa [pass./corsa]

Di conseguenza il risultato da conseguire risulta la massimizzazione coefficiente di occupazione del veicolo.

$$R.A.1 = \max (V/C)$$

### **Risultato atteso 2: miglioramento del livello di fruibilità del sistema**

In genere, gli attributi che disincentivano l'utilizzo dei sistemi di trasporto condiviso sono le fasi "precedenti" al viaggio effettivo, che si configurano nei tempi di camminata e tempi di attesa. Il tempo di camminata è il tempo che intercorre tra l'origine dello spostamento (e.g. abitazione) e la fermata del trasporto pubblico (**R.A.2.i**). Il tempo di attesa è il tempo che intercorre tra l'arrivo alla fermata e l'effettivo passaggio del mezzo di trasporto pubblico (**R.A.2.ii**). In generale, il risultato atteso è una riduzione dei due indici rispetto al trasporto pubblico locale.

### **Risultato atteso 3: miglioramento del livello di servizio del sistema**

Il livello di servizio del trasporto pubblico può essere misurato attraverso parametri di distanza e tempo. Gli indicatori individuati sono quindi il tempo a bordo del veicolo (**R.A.3.i**) e la distanza del percorso tra la propria origine e la destinazione (**R.A.3.ii**). Anche in questo caso, il risultato atteso è una riduzione dei due indici rispetto al trasporto pubblico locale.

### **Risultato atteso 4: miglioramento del livello di comfort del sistema**

Al termine di ogni viaggio, l'utente dovrà esprimere la preferenza reciproca tra il viaggio effettuato con il servizio di trasporto a chiamata e l'alternativa modale utilizzata attualmente attraverso una scala likert (1 corrispondente al minimo del comfort - 5 corrispondente al massimo del comfort). Anche in questo caso, il risultato atteso è un incremento dell'indice di comfort dichiarato dall'utente (**R.A.4**).

## 4 Conclusioni

Considerando la situazione attuale a livello nazionale, con una forte riduzione degli spostamenti e dei contatti ravvicinati tra persone a causa della pandemia COVID-19, risulta plausibile che non si potranno svolgere tutte le sperimentazioni programmate. Questo è dovuto al fatto che non si sa ancora se ci saranno le condizioni per effettuare le sperimentazioni in sicurezza entro il termine del progetto. Tuttavia anche se il livello di allerta dovesse ridursi, non si può essere sicuri che le persone riprendano a usare in modo regolari i mezzi pubblici, a causa di una residua “germofobia” e di una nuova abitudine al distanziamento sociale, incompatibili con gli spazi ristretti a cui sono legati i mezzi pubblici. Il team SIMPLE è comunque pronto ad effettuare le sperimentazioni fisiche, anche in scala ridotta, nei prossimi mesi.