



# simple

Strumenti e Modelli Per La mobilità sostenibile

## R.2.2 Analisi SWOT delle tecnologie (aggiornamento nel mese M25)



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>	2.2	<b>Titolo</b>	R.2.2 Analisi SWOT delle tecnologie (aggiornamento nel mese M25)
<b>Numero del Workpackage</b>	2	<b>Titolo</b>	Raccolta esigenze e animazione
<b>Data di scadenza del deliverable</b>	29/02/2020		
<b>Data di sottomissione del deliverable</b>	12/03/2020		
<b>Autore/i responsabile/i</b>	GIOVANNI TUVERI		
<b>Livello di diffusione</b>	Non applicabile		

## MODIFICHE DEL DOCUMENTO

<b>Data</b>	<b>Autore</b>	<b>Modifiche</b>	<b>Versione</b>
13/02/2020	Lucia Pintor	Introduzione e schema generale del documento	v0.0
14/02/2020	Lucia Pintor	Librerie software di Vehicle Routing Problem	v0.1
10/03/2020	Matteo Gravellu	SWOT (VRP)	v0.2
10/03/2020	Lucia Pintor	Aggiunta di acronimi e descrizioni	v0.3
12/03/2020	Giovanni Tuveri	Revisioni e conclusioni	v1.0

# Tavola dei contenuti

<b>Sommario</b>	<b>4</b>
<b>Introduzione</b>	<b>4</b>
<b>Abbreviazioni</b>	<b>5</b>
<b>Analisi SWOT per le tecnologie dello Smart Ticketing - aggiornamento nel mese M25</b>	<b>6</b>
<b>Django</b>	<b>6</b>
<b>PostgreSQL</b>	<b>6</b>
<b>Docker Container</b>	<b>6</b>
<b>Analisi SWOT per le tecnologie del DRT - aggiornamento nel mese M25</b>	<b>7</b>
<b>Vehicle Routing Problem</b>	<b>7</b>
<b>Travel Salesman Problem (TSP)</b>	<b>7</b>
<b>Vehicle Routing Problem (VRP)</b>	<b>8</b>
<b>Pick-up and Delivery Problem (PDP) &amp; Dial-a-Ride Problem (DaRP)</b>	<b>9</b>
<b>Librerie software di Vehicle Routing Problem</b>	<b>10</b>
<b>OR-Tools - Routing</b>	<b>10</b>
<b>VROOM</b>	<b>11</b>
<b>PG-Routing</b>	<b>12</b>
<b>Google Direction API</b>	<b>13</b>
<b>Conclusioni</b>	<b>14</b>

# 1 Sommario

## 1.1 Introduzione

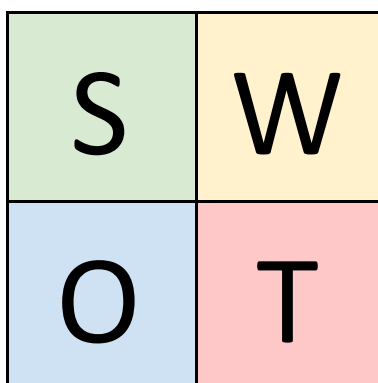
Nel presente documento verrà presentata l'analisi SWOT per le tecnologie introdotte negli ultimi mesi nei prototipi SIMPLE, in parte già descritte e analizzate nel deliverable "R.2.1 Report sullo stato dell'arte (aggiornamento nel mese M25)". L'analisi SWOT è uno strumento decisionale di pianificazione, utilizzato per individuare i punti chiave e le criticità di un'attività o di un business, ma non è limitata unicamente a questi ambiti. Il nome della tecnica è un acronimo formato dalle iniziali delle quattro parole inglesi che richiamano le quattro categorie principali considerate dal metodo<sup>1</sup>:

- punti di forza (Strengths) dell'elemento analizzato;
- punti di debolezza (Weaknesses) dell'elemento analizzato;
- opportunità (Opportunities) che potrebbero essere sfruttate;
- minacce (Threats) da cui difendersi.

Per maggiori approfondimenti sulle tecnologie già analizzate in precedenza, è possibile consultare i deliverable "R.2.1 Report sullo stato dell'arte" e "R.2.2 Analisi SWOT delle tecnologie".

La Figura 1 riporta anche nello schema quattro diversi colori, che sono stati poi riproposti in ogni matrice, per ciascuna tecnologia, in modo da rendere più immediata la lettura delle varie analisi.

Figura 1: Rappresentazione schematica dell'analisi SWOT



<sup>1</sup> Smart Business Lab SRL, «Analisi SWOT: definizione, vantaggi e un esempio pratico,» 2018. [Online]. Available: <https://www.smartbusinesslab.com/analisi-swot-definizione-vantaggi-e-un-esempio-pratico/>.

## 1.2 Abbreviazioni

Abbreviazione	Significato
API	Application Programming Interface
DaRP	Dial-a-Ride Problem
PDP	Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
TSP	Travel Salesman Problem
VRP	Vehicle Routing Problem
VRPPD	Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery

## 2 Analisi SWOT per le tecnologie dello Smart Ticketing - aggiornamento nel mese M25

Per il prototipo riguardante lo smart ticketing, l'obiettivo finale per il quale è stata applicata l'analisi SWOT è quello di realizzare un sistema automatico di validazione dei titoli di viaggio e di raccolta dei dati sui viaggi dei passeggeri del trasporto pubblico.

Di seguito è riportata l'analisi SWOT delle nuove tecnologie introdotte nel prototipo rispetto a quanto già visto nel precedente documento sull'analisi SWOT.

### 2.1 Django

L'analisi SWOT del framework Django è già presente nel deliverable "R.2.2 Analisi SWOT delle tecnologie", in quanto esso è stato introdotto nel prototipo PoolBus prima del mese M14.

### 2.2 PostgreSQL

L'analisi SWOT del database PostgreSQL è già presente nel deliverable "R.2.2 Analisi SWOT delle tecnologie", in quanto esso è stato introdotto nel prototipo PoolBus prima del mese M14.

### 2.3 Docker Container

L'analisi SWOT della piattaforma Docker Container è già presente nel deliverable "R.2.2 Analisi SWOT delle tecnologie", in quanto essa è stata introdotta nel prototipo PoolBus prima del mese M14.

### 3 Analisi SWOT per le tecnologie del DRT - aggiornamento nel mese M25

Per il progetto del *demand responsive transport*, l'obiettivo finale per il quale è stata applicata l'analisi SWOT è invece quello di realizzare una piattaforma per la gestione di un servizio di prenotazione di servizi di trasporto alternativo, indirizzato in particolare alle aree a domanda debole. Di seguito è riportata l'analisi SWOT delle nuove tecnologie introdotte nel prototipo.

#### 3.1 Vehicle Routing Problem

Durante lo sviluppo del prototipo PoolBus, il team SIMPLE ha analizzato lo stato dell'arte degli algoritmi che risolvono il problema di instradamento del veicolo (Vehicle Routing Problem - VRP). Il VRP è una classe di problemi nell'ambito della ricerca operativa che cerca l'insieme ottimale di rotte che una flotta di veicoli deve percorrere per soddisfare le richieste di un determinato insieme di clienti o merci.

##### 3.1.1 Travel Salesman Problem (TSP)

Il problema del commesso viaggiatore (Travel Salesman Problem o TSP) pone la seguente domanda: "Dato un elenco di città e le distanze tra ciascuna coppia di città, qual è il percorso più breve possibile che visita ogni città e ritorna a la città di origine?" È un problema di ottimizzazione combinatoria, importante nella ricerca operativa e nell'informatica teorica.

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"><li>● Il modello non è complesso dal punto di vista computazionale e semplice da risolvere</li><li>● Il modello rappresenta la base dei problemi di ricerca operativa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Il modello è generalmente irrealistico e poco rappresentativo degli attuali sistemi di trasporto</li><li>● Il modello vincola la partenza e il ritorno del veicolo al deposito per ogni viaggio</li><li>● Il modello associa ad ogni viaggio un veicolo differente, escludendo la possibilità di riutilizzo dei veicoli</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Il problema può diventare più realistico a quando arricchito da:<ul style="list-style-type: none"><li>○ risorse aggiuntive quali veicoli addizionali (m-TSP)</li><li>○ vincoli di finestre temporali di passaggio per i punti notevoli della rete (TSPTW)</li><li>○ entrambi (m-TSPTW)</li><li>○ vincoli di capacità dei veicoli</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Incompatibilità e inesattezza dei dati in input del grafo di rete</li><li>● Non sono riscontrate minacce esterne rilevanti</li></ul>
OPPORTUNITIES	THREATS

### 3.1.2 Vehicle Routing Problem (VRP)

Il VRP è una classe di problemi nell'ambito della ricerca operativa che cerca l'insieme ottimale di rotte performate da una flotta veicolare orientate al soddisfacimento delle richieste di un determinato insieme di clienti o merci. Generalizza il noto problema del commesso viaggiatore (TSP).

Il VRP riguarda il modo in cui la flotta di veicoli di un'azienda si sposta da uno o più depositi e punti di raccolta e consegna. La soluzione di un problema di questo genere porta alla determinazione di una serie di rotte (una rotta per ciascun veicolo che deve iniziare e finire al proprio deposito) in modo tale da soddisfare tutti i requisiti e le limitazioni operative dei clienti e ridurre al minimo i costi di trasporto globali. Questo costo può essere monetario e dipendente quindi da variabili quali tempi e distanze.

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il modello, leggermente più complesso del TSP, possiede comunque una bassa difficoltà computazionale</li> <li>● Il problema appare più realistico rispetto ai servizi di trasporto</li> <li>● Il modello può considerare la capacità dei veicoli</li> <li>● Genericamente, è il modello più noto all'interno dei problemi di ricerca operativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il modello vincola, nella sua impostazione base, la partenza e il ritorno del veicolo al deposito per ogni viaggio</li> <li>● Il modello associa ad ogni viaggio un veicolo differente, escludendo la possibilità di riutilizzo dei veicoli</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il problema appare più completo quando arricchito da:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ risorse aggiuntive di entità e capacità differente (flotta eterogenea)</li> <li>○ vincoli di finestre temporali di passaggio per i punti notevoli della rete (VRPTW)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Incompatibilità e inesattezza dei dati in input del grafo di rete</li> <li>● Non sono riscontrate minacce esterne rilevanti</li> </ul>
OPPORTUNITIES	THREATS



### 3.1.3 Pick-up and Delivery Problem (PDP) & Dial-a-Ride Problem (DaRP)

il Pick-up and Delivery Problem affronta il problema dell'instradamento del veicolo con condizioni di prelievo (pick-up) e consegna (delivery). Generalmente, tale problema, viene applicato a casi di trasporto merce caricata nei depositi e consegnata nei punti notevoli della rete: magazzini o clienti.

Il Dial-a-Ride Problem invece consiste nella progettazione delle rotte e del programma di esercizio dei veicoli per n utenti con specifiche di prelievo e consegna nei punti notevoli della rete, coincidenti con le loro origini e destinazioni. L'obiettivo è la pianificazione di un set di viaggi di minimo costo in grado di soddisfare le necessità del numero maggiore di utenti, sotto un set di vincoli (capacità, finestre temporali, pick-up and delivery).

Il problema più comune affronta il trasporto door-to-door per categorie di utenza debole, ma può essere esteso più genericamente all'organizzazione di un trasporto a chiamata. Una sua estensione, l'Open Vehicle Routing Problem, non vincola il veicolo a tornare al deposito a fine servizio.

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"><li>● Il modello è realistico e rappresentativo dei sistemi di trasporto quali:<ul style="list-style-type: none"><li>○ distribuzione merci</li><li>○ distribuzione utenti</li></ul></li><li>● Il modello rappresenta al meglio le azioni di prelievo e consegna</li><li>● Il modello permette il riutilizzo dei veicoli per tratte successive</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Il modello possiede delle difficoltà computazionali superiori rispetto ai modelli precedentemente analizzati</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Il modello può essere utilizzato da aziende che si occupano di trasporto di persone (TPL e DRT) per migliorare gli standard qualitativi e minimizzare i costi associati all'espletamento del servizio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Incompatibilità e inesattezza dei dati in input del grafo di rete</li><li>● Non sono riscontrate minacce esterne rilevanti</li></ul>
OPPORTUNITIES	THREATS

## 3.2 Librerie software di Vehicle Routing Problem

Di seguito sono analizzate alcune librerie software che implementano algoritmi VRP. In seguito all'analisi è stata selezionata la libreria OR-Tools - Routing, in quanto più completa e meglio documentata rispetto alle altre.

### 3.2.1 OR-Tools - Routing

OR-Tools è un software open source in C++ per l'ottimizzazione combinatoria, che cerca di trovare la migliore soluzione a un problema tra una vasta gamma di possibili soluzioni. OR-Tools include una libreria di routing specializzata per risolvere molti tipi di problemi di routing dei veicoli<sup>2</sup>.

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"><li>• La libreria è ben documentata, include diversi esempi e risulta quindi di semplice utilizzo</li><li>• L'utilizzo del linguaggio C++ ottimizza la velocità di calcolo</li><li>• La libreria include molte varianti dell'algoritmo di instradamento dei veicoli, che sono ulteriormente personalizzabili con metodi specifici (es. gestione del deposito di partenza dei veicoli, numero di veicoli...)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le librerie sono scritte in C++, per cui è necessario un wrapper per il linguaggio Python: il debug del codice diventa quindi più complesso</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Si tratta di librerie Open Source, per cui gli sviluppatori possono vedere direttamente il codice sorgente ed eventualmente contribuire al suo aggiornamento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Essendo codice Open Source, chiunque può analizzarlo e cercare dei metodi per generare attacchi malevoli, per cui è necessario sempre proteggere o verificare gli input prima di far girare l'algoritmo</li></ul>
OPPORTUNITIES	THREATS

<sup>2</sup> [developers.google.com/optimization/routing](https://developers.google.com/optimization/routing)

### 3.2.2 VROOM

VROOM è un motore di ottimizzazione open source scritto in C++ che mira a fornire buone soluzioni a vari problemi di routing dei veicoli in un breve tempo di elaborazione. L'algoritmo è interoperabile con altri linguaggi di programmazione tramite un'interfaccia<sup>3</sup>, che accetta in ingresso un file json e restituisce un output nello stesso formato.

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Risolve VRP con finestre temporali, veicoli a capacità limitata variabile e pick-up/drop-off, ovvero il tipo di problema che riguarda il prototipo in questione</li><li>• L'utilizzo del linguaggio C++ ottimizza la velocità di calcolo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le librerie sono scritte in C++, per cui è utilizzata una API per renderlo compatibile con Python: il debug del codice diventa quindi più complesso</li><li>• La documentazione è minimale</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Si tratta di librerie Open Source, per cui gli sviluppatori possono vedere direttamente il codice sorgente ed eventualmente contribuire al suo aggiornamento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Essendo codice Open Source, chiunque può analizzarlo e cercare dei metodi per generare attacchi malevoli, per cui è necessario sempre proteggere o verificare gli input prima di far girare l'algoritmo</li><li>• L'API necessita di un file in ingresso, che potrebbe essere manomesso da un attaccante</li></ul>
OPPORTUNITIES	THREATS

<sup>3</sup> [github.com/VROOM-Project/vroom/blob/master/docs/API.md](https://github.com/VROOM-Project/vroom/blob/master/docs/API.md)

### 3.2.3 PG-Routing

PgRouting è un popolare software Open Source scritto in C++ che estende il database geospaziale PostGIS / PostgreSQL per fornire funzionalità di routing geospaziale<sup>4</sup>.

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"><li>● Si integra con il database PostgreSQL e PostGIS</li><li>● Contiene diverse librerie per il calcolo del percorso più breve (Dijkstra, Astar, ...)</li><li>● L'utilizzo del linguaggio C++ ottimizza la velocità di calcolo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Le librerie sono scritte in C++, per cui è necessario un wrapper per gli altri linguaggi: il debug del codice diventa quindi più complesso</li><li>● Non ha librerie specifiche per risolvere problemi VRP</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Si tratta di librerie Open Source, per cui gli sviluppatori possono vedere direttamente il codice sorgente ed eventualmente contribuire al suo aggiornamento</li><li>● L'elevata popolarità di questa suite fa in modo che gli aggiornamenti siano molto frequenti e che siano disponibili macchine virtuali e container già pronti all'uso.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Essendo codice Open Source, chiunque può analizzarlo e cercare dei metodi per generare attacchi malevoli, per cui è necessario sempre proteggere o verificare gli input prima di far girare l'algoritmo</li></ul>
OPPORTUNITIES	THREATS

<sup>4</sup> [pgrouting.org](http://pgrouting.org)

### 3.2.4 Google Direction API

Google mette a disposizione un'API per risolvere semplici TSP senza scaricare software<sup>5</sup>.

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Le mappe e gli open data sono continuamente aggiornati da Google</li><li>• L'onere del processing del percorso migliore è affidato completamente ai server Google</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Il software è black box, ovvero si conosce la struttura di input e output ma non la logica interna</li><li>• Se si supera una certa soglia di richieste al server è necessario acquistare un abbonamento al servizio</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• A seconda della complessità delle richieste potrebbe essere più economico di noleggiare un server, configurarlo e utilizzarlo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le minacce sono legate agli attacchi a danno dei server Google</li></ul>
OPPORTUNITIES	THREATS

<sup>5</sup> [developers.google.com/maps/documentation/directions/start#Waypoints](https://developers.google.com/maps/documentation/directions/start#Waypoints)

## 4 Conclusioni

Come deducibile dal deliverable R.2.1 (aggiornamento al mese 25), questa fase del lavoro aveva lo scopo di finalizzare la realizzazione dei due prototipi per poter passare alla fase di testing. L'analisi SWOT aveva principalmente lo scopo di individuare le tecnologie più adatte da utilizzare nei prototipi.

Per il prototipo relativo allo smart ticketing, sono state riportate le tecnologie aggiunte lato server, già analizzate nel precedente deliverable R.2.1 per il prototipo PoolBus. Non sono state utilizzate altre tecnologie, rispetto a quelle precedentemente analizzate, per quanto riguarda il lato applicativo.

Per il prototipo PoolBus invece è stato introdotto il routing dei veicoli, per cui è stata fatta l'analisi SWOT dei principali algoritmi di routing e dei prodotti software che li implementano. Per i scopi del prototipo è stato quindi selezionato un algoritmo VRP delle librerie OR-Tools Routing.