

# Documentazione Tutorial Progetto SUMO - Come Ricreare la Simulazione

---

## Indice

- Introduzione
- OSM Web Wizard
  - Requisiti
- Generazione ed esecuzione dello scenario
- GTFS
  - Calcolo percorso più breve
  - Percorso da OSM
- Traci
  - Utilizzo di TraCI
  - TraCI Protocol
  - TraCI - Messaggio TCP
  - Interfacciare TraCI con Python
- Google Sheet

## Introduzione

La creazione della simulazione PT consiste in tre fasi:

- Requisiti di rete iniziali (OSM)
- Trovare un'origine dati per GTFS
- Mappatura dei dati GTFS sulla rete

## OSM Web Wizard

[OSM Web Wizard](#) offre una delle soluzioni più semplici per lavorare con SUMO. Sulla base di una selezione di un estratto della mappa da openstreetmap, è possibile configurare una domanda di traffico randomizzata ed eseguire e visualizzare lo scenario nel sumo-gui. Questo tutorial ti guiderà passo dopo passo dalla selezione dell'estratto della mappa alla definizione della domanda di traffico attraverso l'esecuzione e la visualizzazione dello scenario in sumo-gui.

### Requisiti

- Installazione di SUMO
- Installazione di Python con versione  $\geq 2.7$

OSM Web Wizard è essenzialmente una raccolta di script python che si trovano nella directory degli strumenti nella radice di installazione di sumo. Per avviare OSM Web wizard è sufficiente invocare il seguente comando:

```
python osmwebwizard.py
```

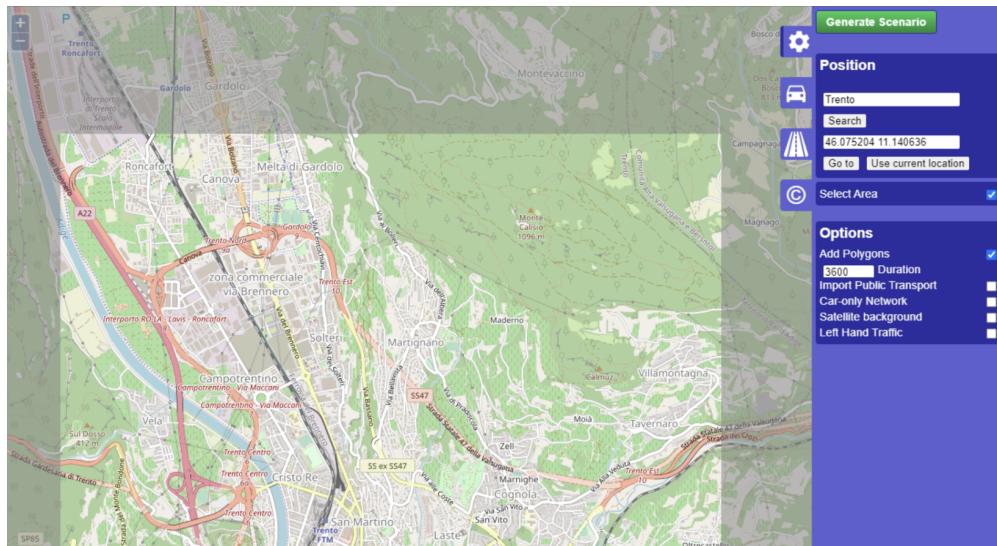
Per gli utenti Windows è possibile avviarlo facendo clic su Tutti i programmi -> SUMO -> OSM Web Wizard. Una volta eseguito lo script, dovrebbe aprirsi una pagina web che mostra un estratto della mappa del centro

di Berlino.



Ora è possibile selezionare l'area effettiva per la quale si desidera generare lo scenario di simulazione. La selezione dell'area viene attivata facendo clic sulla casella di controllo Select Area nel pannello blu sul lato destro della mappa.

Questa l'area della città di Trento selezionata:



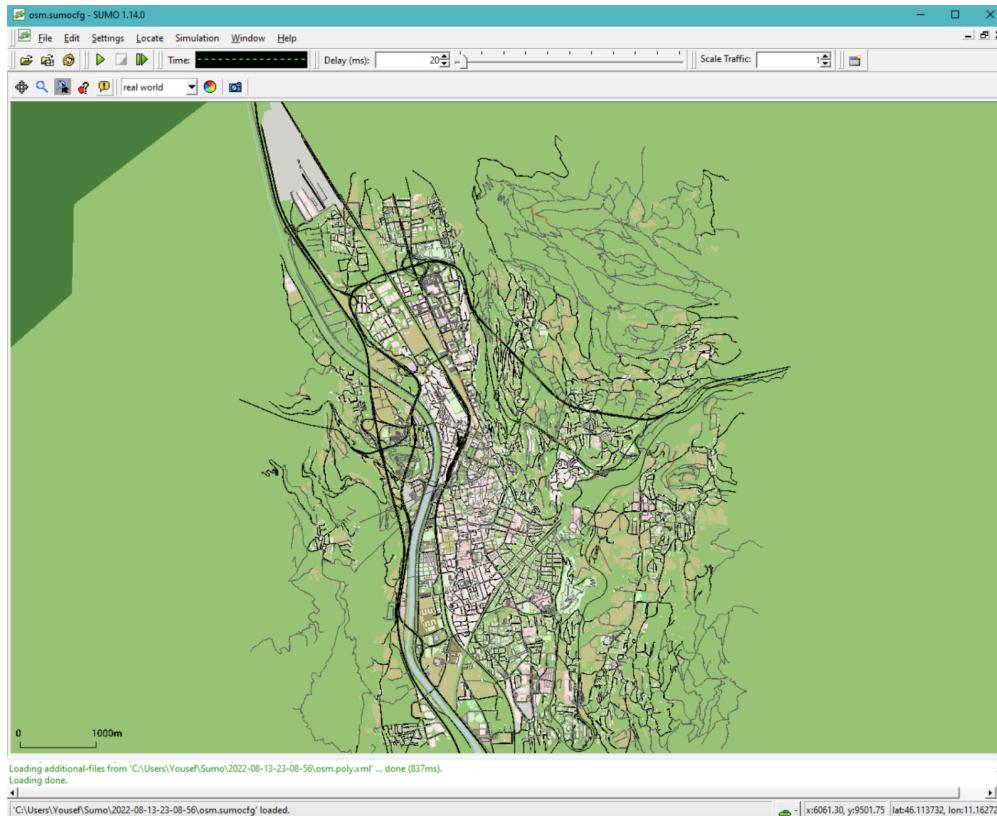
Attenzione: se l'estratto della mappa copre un'area molto ampia, la simulazione potrebbe diventare lenta o addirittura non rispondere. S

UMO supporta diversi mezzi di trasporto. Nel pannello di generazione della domanda è possibile attivare/disattivare le singole modalità di trasporto facendo clic sulle caselle di controllo corrispondenti.

Nel nostro progetto abbiamo incluso esclusivamente Bus come mezzi di trasporto

## Generazione ed esecuzione dello scenario

Lo scenario completo verrà generato automaticamente dopo aver fatto clic su Generate scenario nel pannello di controllo. Una volta terminato il processo di generazione dello scenario, si avvia sumo-gui ed è possibile avviare la simulazione premendo il pulsante Play.



## GTFS

Questa sezione mostra come perfezionare lo scenario di simulazione del Trasporto Pubblico (PT) esistente con i dati nel formato **GTFS** (General Transit Specification Format), disponibile per molte regioni.

Per questo tutorial è stato scelto il giorno 15/07/2022 e di importare solamente bus.

I file GTFS devono essere in formato zip e contenere almeno

- route.txt
- stop.txt
- stop\_times.txt
- trips.txt
- calendar.txt
- calendar\_dates.txt

Per il nostro progetto abbiamo reperito i file GTFS da Trentino Trasporti: <https://www.trentinotrasporti.it/open-data>

Per comodità rinominiamo il file zip da google\_transit\_urbano\_tte.zip a TT-GTFS.zip

A seconda dei file di input disponibili, puoi scegliere tra due diversi modi per generare i percorsi.

- Calcolo del percorso più breve
- Percorso da OSM

### Calcolo percorso più breve

In questo caso, il percorso per i bus sarà definito trovando il percorso più veloce tra le fermate.

```
python gtfs2pt.py -n osm.net.xml --gtfs TT-GTFS.zip --date 20220715 --modes bus --vtype-output pt_vtypes.xml
```

Consigliamo di copiare i tre file: gtfs2fcd.py, gtfs2osm.py e gtfs2pt.py presenti nella repository ed inserirli nella cartella del proprio progetto dove sono presenti i file ottenuti tramite il tool [osmWebWizard](#)

Lo script viene eseguito per circa cinque minuti e genera diverse sottodirectory ma alla fine fornisce tre file di output:

- pt\_vtypes.xml
- gtfs\_publictransport.add.xml (definizione dei percorsi statici e delle fermate)
- gtfs\_publictransport.rou.xml (definizione dei singoli mezzi di trasporto pubblico)

L'output di vtypes genera definizioni molto semplici del tipo di veicolo per le diverse modalità di trasporto pubblico in uso.

```
sumo-gui -n osm.net.xml --additional  
pt_vtypes.xml,gtfs_publictransport.add.xml,gtfs_publictransport.rou.xml
```

## Percorso da OSM

In questo caso, il percorso per ogni veicolo è preso da OSM. Quando abbiamo importato la rete con lo strumento osmWebWizard, abilitiamo l'opzione di "import public transport", che genera automaticamente il file "osm\_ptlines.xml" con le linee di trasporto pubblico.

La chiamata è:

```
python tools/import/gtfs/gtfs2pt.py -n osm.net.xml --gtfs TT-GTFS.zip --date 20220715 --osm-routes osm_ptlines.xml --repair --modes bus
```

Lo script genera quattro file di output:

- gtfs\_publictransport.add.xml (definizione delle fermate)
- gtfs\_publictransport.rou.xml (definizione dei singoli mezzi di trasporto pubblico)
- gtfs\_missing.xml contiene gli elementi (stop e ptLines) dei dati GTFS che non possono essere importati
- invalid\_osm\_routes.txt contiene gli avvisi e gli errori dalla riparazione delle ptLines

Per eseguire la chiamata della simulazione:

```
sumo-gui -n osm.net.xml --additional gtfs_publictransport.add.xml --routes  
gtfs_publictransport.rou.xml
```

## Traci

<https://sumo.dlr.de/pydoc/sumolib.html> [https://sumo.dlr.de/docs/TraCI/Interfacing\\_TraCI\\_from\\_Python.htm](https://sumo.dlr.de/docs/TraCI/Interfacing_TraCI_from_Python.htm)  
<https://sumo.dlr.de/docs/TraCI.html> <https://sumo.dlr.de/docs/TraCI/Protocol.html>

TraCI è l'abbreviazione di "Traffic Control Interface". Dando accesso ad una simulazione del traffico stradale in corso, permette di recuperare i valori degli oggetti simulati e di manipolarne il comportamento "on-line".

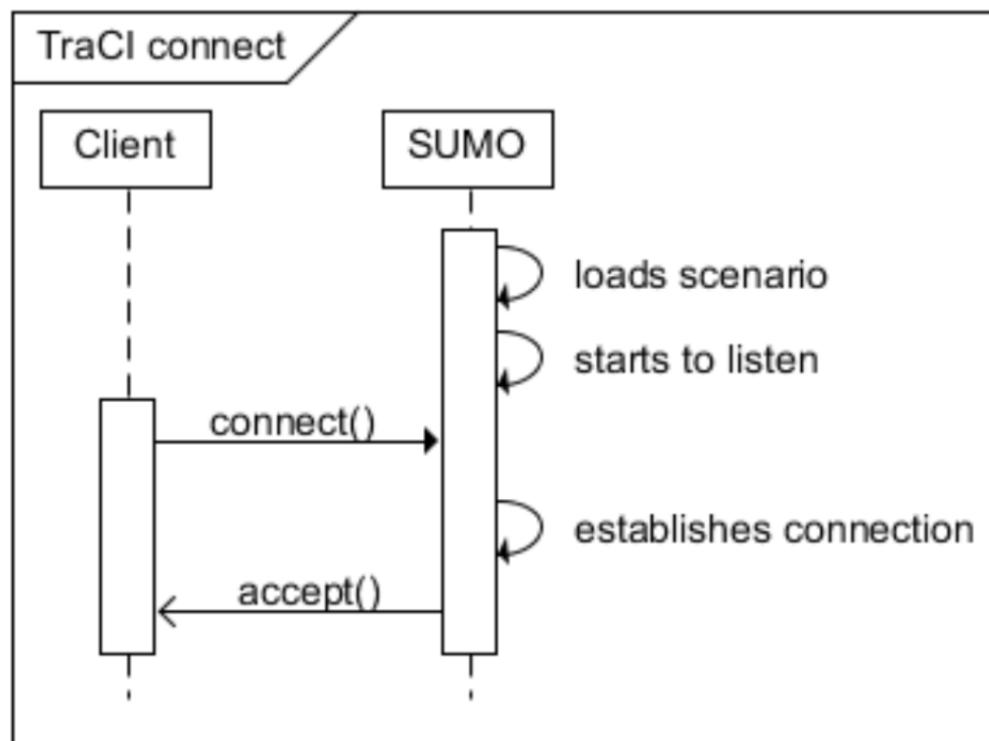
## Utilizzo di TraCI

TraCI utilizza un'architettura client/server basata su TCP per fornire l'accesso a sumo. In tal modo, sumo funge da server che viene avviato con opzioni aggiuntive della riga di comando: --remote-port dove è la porta su cui sumo ascolterà le connessioni in entrata.

Quando TraCI viene avviato utilizzando remote-port, sumo prepara la simulazione ed attende che tutte le applicazioni esterne si colleghino. L'esecuzione di sumo prosegue fino a che il client non richiede la fine della simulazione.

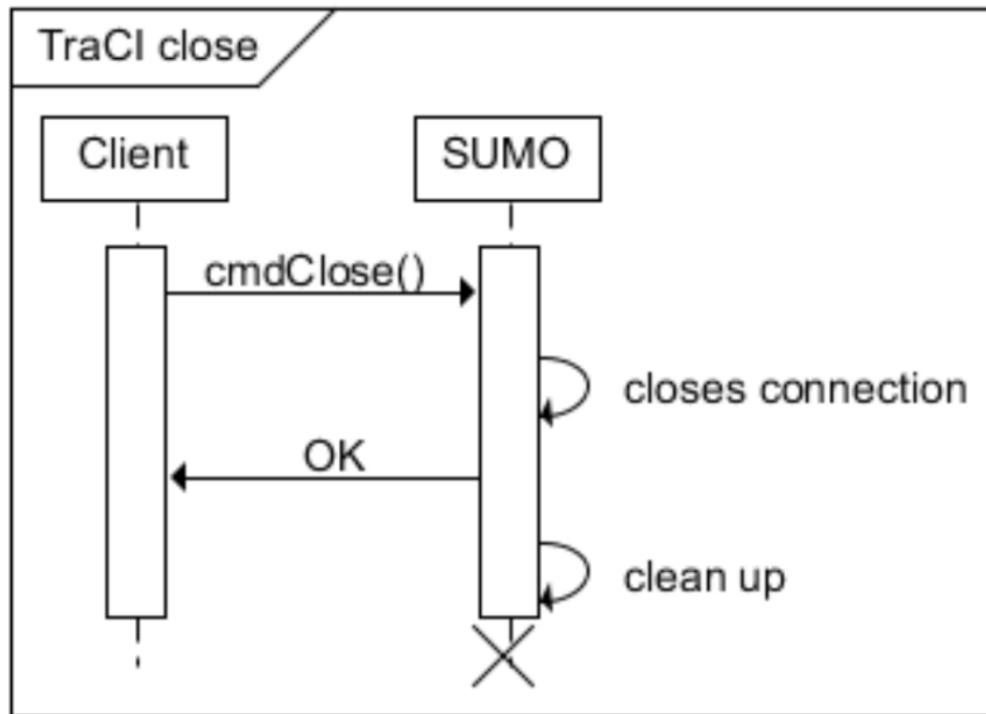
## TraCI Protocol

Dopo aver avviato sumo i client si connettono a instaurando una connessione TCP alla porta designata.



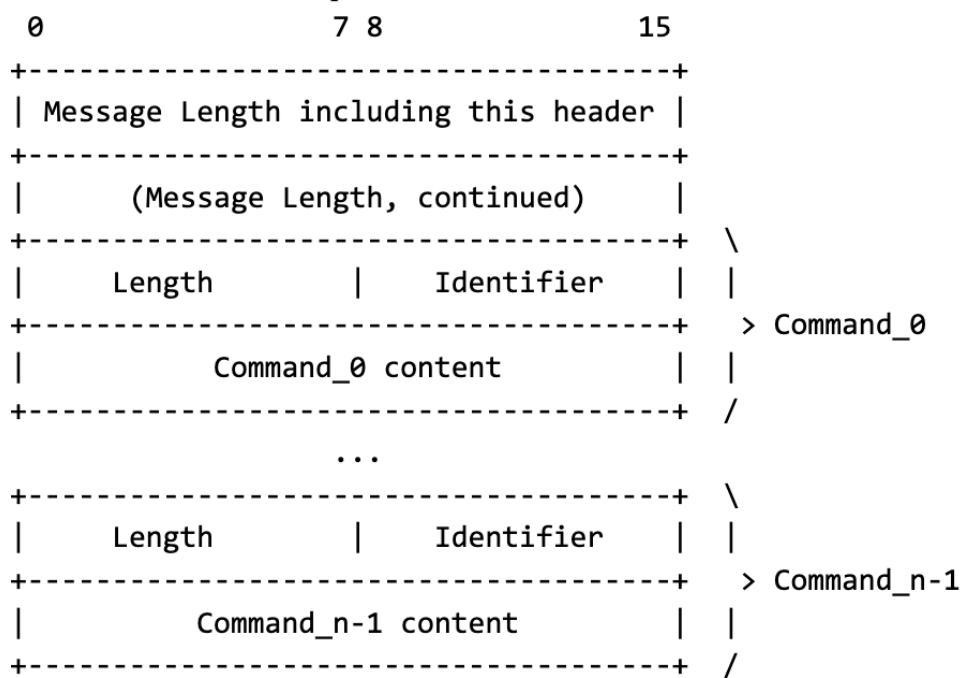
Una volta avviata la simulazione il client invia dei comandi a sumo per controllare lo stato della simulazione, questi comandi possono influenzare il comportamento dei veicoli o possono richiedere dei dettagli sulla simulazione. Sumo risponde singolarmente a ciascun comando.

La simulazione procederà solamente una volta che tutti i comandi del client avranno ricevuto risposta. Il client può anche mettere fine alla simulazione utilizzando l'apposito [comando di chiusura](#). La simulazione terminerà alla chiusura del client.



## TraCI - Messaggio TCP

Il messaggio TCP è un raccoglitore di comandi o risultati, ogni messaggio pertanto è costituito da un'intestazione che fornisce la sua dimensione complessiva e un insieme di comandi inseriti dietro ad esso. La lunghezza e l'identificatore di ciascun comando sono posto davanti al comando. Esempio:



In alcuni casi la lunghezza di un singolo comando potrebbe non essere sufficiente, visto che la lunghezza massima del comando è limitata a 255 bit, in questi casi è possibile impostare il campo della lunghezza in byte su zero e aggiungendo la lunghezza di un intero.

Sumo per semplificare l'utilizzo di TraCI fornisce una classe per gestire la connessione con la porta e una per comporre il messaggio. I linguaggi compatibili sono C++, Python e Java.

Sumo mette a disposizione un package presente nella sezione tools/traci, il quale consente di interagire con la simulazione utilizzando python.

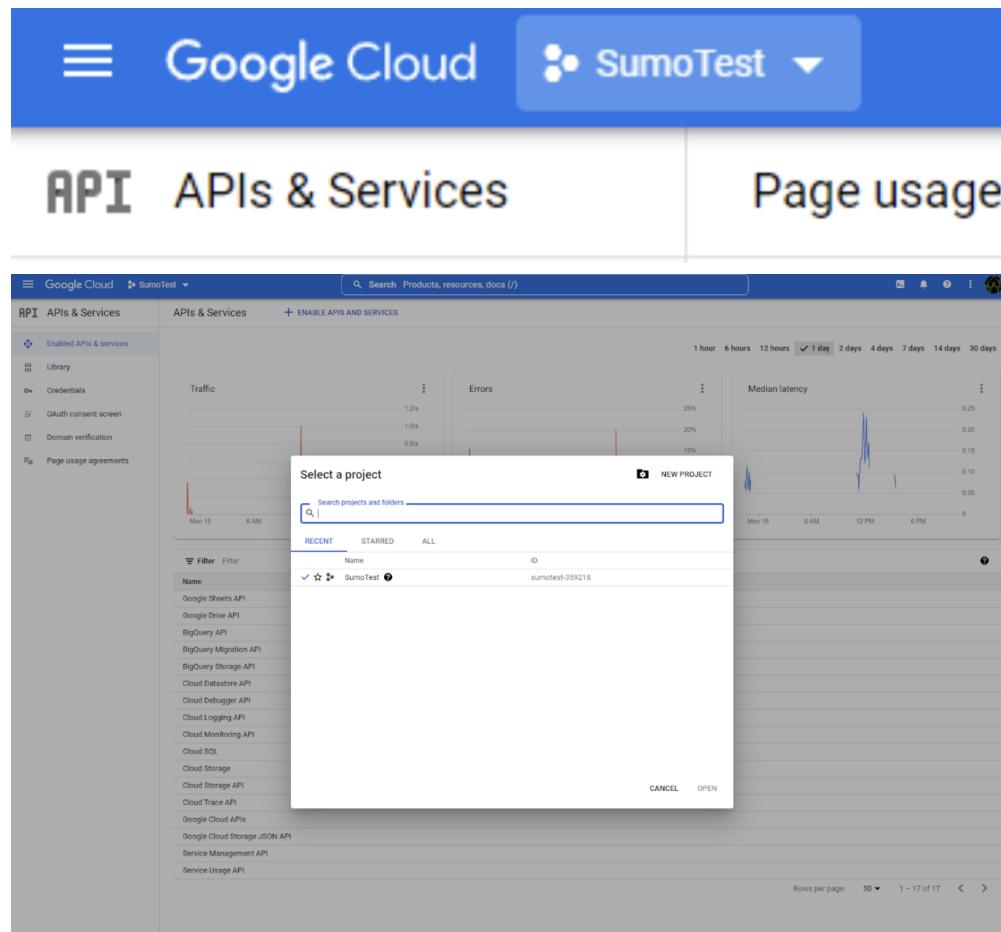
## Interfacciare TraCI con Python

Le funzioni spiegate in modo dettagliato si possono osservare nella [documentazione ufficiale](#)

Al fine di comprendere meglio come interfacciare TraCI con Python rimandiamo alla [documentazione ufficiale](#)  
Per utilizzare traci in python, una volta settate correttamente le variabili d'ambiente, è sufficiente utilizzare il comando import traci

## Google Sheet

Per connettere lo script a un file su Google Sheet bisogna andare sulla [console per sviluppatori di google](#) e creare un nuovo progetto, cliccando nel menù a tendina a destra della scritta Google Cloud



Creare un progetto:

## New Project

**⚠ You have 11 projects remaining in your quota. Request an increase or delete projects. [Learn more](#)**

[MANAGE QUOTAS](#)

**Project name \***  [?](#)

Project ID: exemplary-fiber-359520. It cannot be changed later. [EDIT](#)

**Location \***  [BROWSE](#)

Parent organization or folder

[CREATE](#) [CANCEL](#)

Una volta nella dashboard del progetto, cercare nella barra di ricerca: Google Sheets API

The screenshot shows the Google Cloud Platform interface. On the left, there's a sidebar with options like 'Enabled APIs & services', 'Library', 'Credentials', 'OAuth consent screen', 'Domain verification', and 'Page usage agreements'. The main area is titled 'APIs & Services' and has a sub-section 'Google Sheets API'. A search bar at the top right contains the text 'google sheets api'. Below the search bar, there's a 'DOCUMENTATION & TUTORIALS' section with links to 'Google Sheets API Connector Overview | Workflows', 'Documentation', 'BigQuery API - Class Google.Cloud.Bigquery.External.SheetsSource (v1.39.0) | Ruby client library', and 'Documentation'. There's also a 'MARKETPLACE' section with links to 'Google Sheets API', 'Google Enterprise API', 'GarbleCloud Encryption', 'GarbleCloud Inc.', 'Google Sheets Connector by Fivetran', 'Fivetran', and 'VOGSY VOSSY'. At the bottom, there's a 'Filter' section with dropdowns for 'Name', 'Requests', 'Errors (%)', 'Latency median (ms)', and 'Latency 95% (ms)'. The 'BigQuery API' is listed under the requests section.

**Google Sheets API**  
[Google Enterprise API](#)

The screenshot shows the Google Sheets API landing page. It features a green icon of a spreadsheet and the text 'The Sheets API gives you full control over the content and appearance of your spreadsheet data.' Below this, there are two buttons: 'ENABLE' and 'TRY THIS API ▾'.

Ed abilitare le API, fare la stessa cosa per le API di Google Drive

**Google Drive API**  
[Google Enterprise API](#)

The screenshot shows the Google Drive API landing page. It features a blue, yellow, and green icon and the text 'The Google Drive API allows clients to access resources from Google Drive'. Below this, there are two buttons: 'ENABLE' and 'TRY THIS API ▾'.

Recandosi nella dashboard selezionare Service Accounts

The screenshot shows the Google Cloud Platform dashboard for the project "My Project 87612". The left sidebar lists various services: Cloud overview, Recent, View all products (pinned), IAM & Admin (selected), Billing, APIs & Services, Marketplace, Compute Engine, Cloud Storage, VPC network, Kubernetes Engine, BigQuery, SQL, Security, Cloud Run, and Google Maps Plat... (More Products). A dropdown menu for "IAM & Admin" is open, showing sub-options: IAM (selected), Identity & Organization, Policy Troubleshooter (THIS PROJECT), Policy Analyzer, Organization Policies, Service Accounts, Workload Identity Federation, Labels, Tags, Settings, Privacy & Security, Identity-Aware Proxy, Roles, Audit Logs, Manage Resources, Create a Project, Asset Inventory, Essential Contacts, Groups, Early Access Center, and Quotas.

E creare un nuovo service account

Service accounts    + CREATE SERVICE ACCOUNT    DELETE    MANAGE ACCESS    REFRESH    HELP ASSISTANT

Service accounts for project "My Project 87612"

A service account represents a Google Cloud service identity, such as code running on Compute Engine VMs, App Engine apps, or systems running outside Google. [Learn more about service accounts.](#)

Organization policies can be used to secure service accounts and block risky service account features, such as automatic IAM Grants, key creation/upload, or the creation of service accounts entirely. [Learn more about service account organization policies.](#)

Filter Enter property name or value

Email	Status	Name	Description	Key ID	Key creation date	OAuth 2 Client ID	Actions
No rows to display							

## 1 Service account details

Service account name .

Service Account

Display name for this service account

Service account ID \*

service-account

X C

Email address: [service-account@exemplary-fiber-359520.iam.gserviceaccount.com](mailto:service-account@exemplary-fiber-359520.iam.gserviceaccount.com)



Service account description

Describe what this service account will do

**CREATE AND CONTINUE**

## 2 Grant this service account access to project (optional)

## 3 Grant users access to this service account (optional)

DONE

CANCEL

premere create and continue e selezionare il ruolo Editor:

- Service account details
- Grant this service account access to project (optional)

Grant this service account access to My Project 87612 so that it has permission to complete specific actions on the resources in your project. [Learn more](#)

Select a role Condition

Filter Type to filter

Quick access	Roles
Currently used	Browser
<b>Basic</b>	<b>Editor</b>
By product or service	Editor
Access Approval	Owner
Access Context Manager	Viewer
Actions	

**DONE**

**MANAGE ROLES**

Una volta creato cliccare l'email del Service Account

Filter Enter property name or value

<input type="checkbox"/>	Email	Status	Name ↑	Description
<input type="checkbox"/>	<a href="#">service-account@exemplary-fiber-359520.iam.gserviceaccount.com</a>	✓	Service Account	

Recandosi in Keys

← Service Account

DETAILS PERMISSIONS KEYS METRICS LOGS

### Keys

**⚠** Service account keys could pose a security risk if compromised. We recommend you avoid directly authenticating service accounts on Google Cloud [here](#).

Add a new key pair or upload a public key certificate from an existing key pair.

Block service account key creation using [organization policies](#). [Learn more about setting organization policies for service accounts](#)

**ADD KEY ▾**

Type	Status	Key	Key creation date	Key expiration date
No rows to display				

è necessario creare una nuova chiave privata in json:

## Create private key for "Service Account"

Downloads a file that contains the private key. Store the file securely because this key can't be recovered if lost.

**Key type**

**JSON**

Recommended

**P12**

For backward compatibility with code using the P12 format

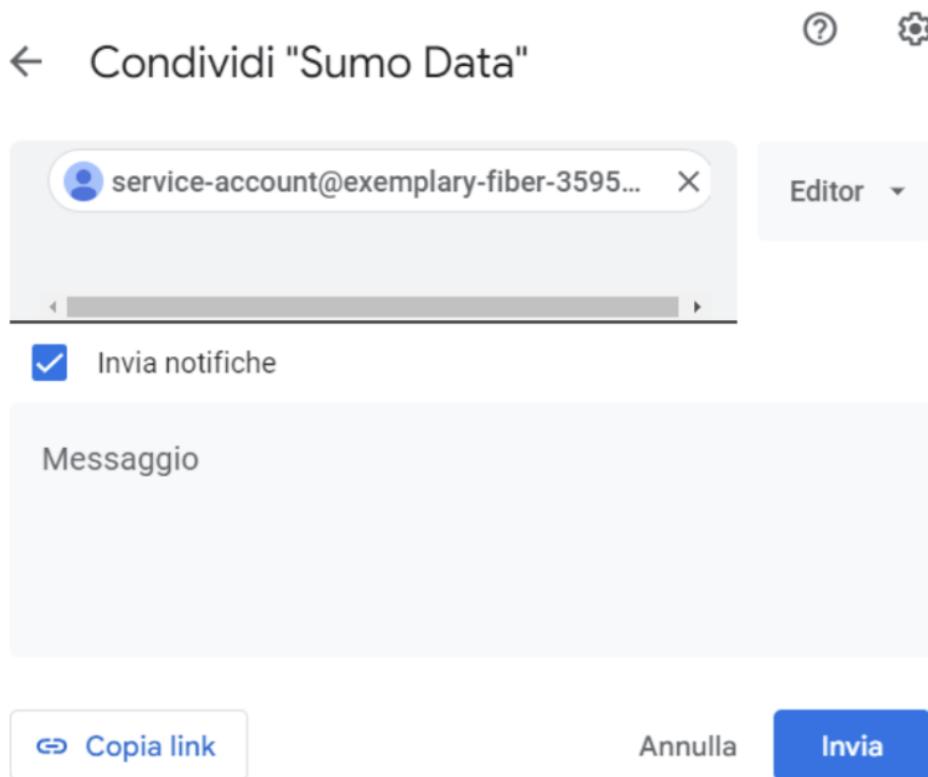
**CANCEL**      **CREATE**

Questo file andrà rinominato in token.json ed inserito nella cartella del programma.

stopinfos.xml	16/07/2022 19:00	Documento XML	3 KB
support.py	14/08/2022 22:45	Python File	1 KB
test.py	02/08/2022 20:55	Python File	3 KB
test.txt	31/07/2022 18:07	Documento di testo	1 KB
<b>token.json</b>	14/08/2022 23:01	Adobe After Effect...	3 KB
trips.trips.xml	16/07/2022 19:00	Documento XML	2 KB
trips.trips.xml.errorlog	16/07/2022 19:00	File ERRORLOG	1 KB

Ora sarà necessario creare il foglio di calcolo su Google docs, il quale è importante che venga rinominato Sumo Data (Con nomi differenti la simulazione non funzionerà), noi consigliamo semplicemente di creare una copia del file da noi creato: [Sumo Data](#)

Nella copia del file Sumo Data è importante condividere l'accesso con la mail del Service Account creato in precedenza:



Se sono stati eseguiti tutti i passaggi correttamente è ora possibile lanciare la simulazione utilizzando il file runner.py

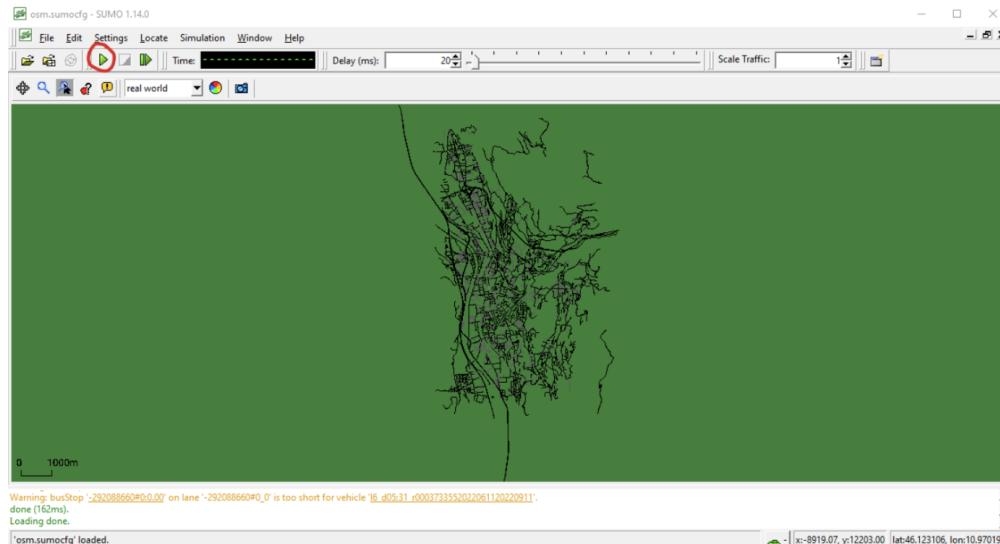
pt_vtypes.xml	11/08/2022 17:12	File di origine XML	1 KB
run.bat	11/08/2022 17:12	File batch Windows	1 KB
runner.py	16/08/2022 10:09	Python File	5 KB
stopinfos.xml	11/08/2022 17:12	File di origine XML	3 KB
support.py	16/08/2022 10:09	Python File	1 KB

Si aprirà in automatico il file Google Sheet Sumo Data

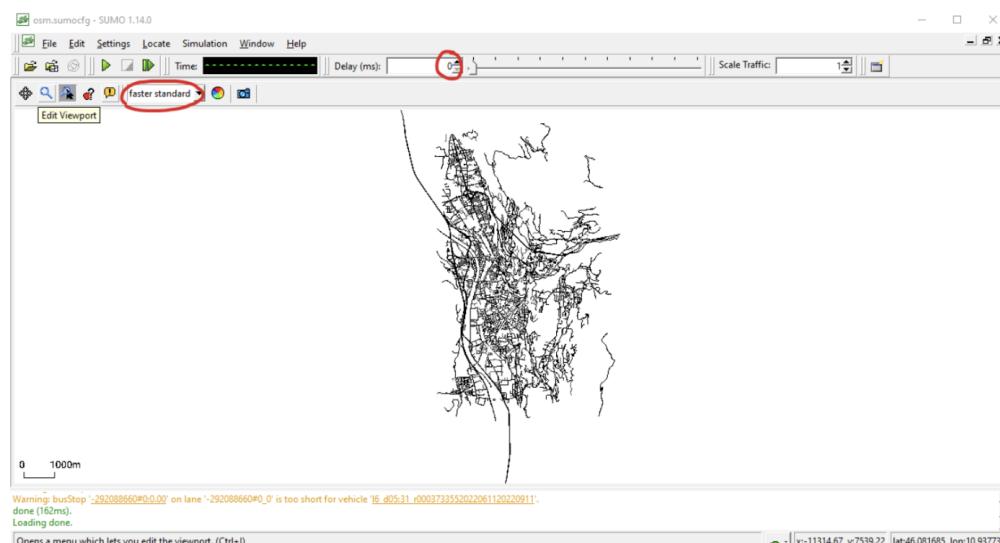
A screenshot of a Google Sheets document titled "Sumo Data". The menu bar includes "File", "Modifica", "Visualizza", "Inserisci", "Formato", "Dati", "Strumenti", "Estensioni", and "Guida". The toolbar includes icons for print, zoom (100%), and "Solo visualizzazione" (View only). The spreadsheet has a header row with columns labeled "A", "B", "C", "D", and "E". Row 1 contains the titles: "Bus Principale", "Bus Incontro", "Tempo Connesso", and "Orario d'incontro". Rows 2 through 16 are empty.

	A	B	C	D	E
1	Bus Principale	Bus Incontro	Tempo Connesso	Orario d'incontro	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

e per far partire la simulazione sarà necessario premere sulla freccia verde Run



per velocizzare la simulazione suggeriamo di ridurre il Delay a 0 e impostare la visualizzazione della mappa in faster standard



si apre anche la finestra dello script python che contiene:

- Orario
- Numero bus presenti sulla mappa
- Numero di bus connessi tra loro

```

C:\Windows\py.exe
6:06:13 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:14 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:15 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:16 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:17 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:18 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:19 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:20 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:21 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:22 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:23 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:24 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:25 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:26 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:27 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:28 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:29 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:30 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:31 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:32 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:33 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:34 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:35 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:36 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:37 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:38 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:39 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:40 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:41 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:42 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:43 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:44 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:45 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:46 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:47 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:48 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:49 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:50 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:51 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus
6:06:52 N bus: 13 e sono connessi: 0 bus

```

e man mano che il programma rileva le connessioni tra i bus le trascriverà sul file Google Sheet indicando

- Nome del bus principale
- Nome del bus che viene incontrato
- Tempo per il quale rimangono connessi
- Orario in cui avviene l'incrocio

	A	B	C	D
1	Bus Principale	Bus Incontrato	Tempo Connesso	Orario d'incontro
2	I4_d05:03	I4_d05:06	35	5:19:22
3	I4_d05:06	I4_d05:03	35	5:19:22
4	I4_d05:06	I15_d05:29	25	5:32:05
5	I15_d05:29	I4_d05:06	25	5:32:05
6	I15_d05:29	I11_d05:28	48	5:34:26
7	I11_d05:28	I15_d05:29	48	5:34:26
8	I3_d05:17	I8_d05:21	25	5:43:05
9	I3_d05:17	I3_d05:37	2	5:44:40
10	I8_d05:21	I3_d05:17	25	5:43:05
11	I8_d05:21	I3_d05:37	9	5:44:30
12	I3_d05:37	I8_d05:21	9	5:44:30
13	I3_d05:37	I3_d05:17	2	5:44:40
14	I6_d05:31	I6_d05:53	1	5:54:26
15	I6_d05:53	I6_d05:31	1	5:54:26

L'aggiornamento sul foglio di calcolo avviene ogni 1800 secondi (30 minuti) trascorsi all'interno della simulazione.