

PROGETTO CLUSTER

“Compatibilità e Sostenibilità Rumore portuale”

CUP [D37G23000370006]

Prodotto D1.1.2

**Documento di analisi delle misure di
traffico e scenari di rumore da
modellizzare**

**Document d'analyse des mesures de
trafic et des scénarios de bruit à
modéliser**

Interreg



Cofinanziato
dall'Unione europea
Cofinancé par
l'Union européenne



Marittimo-IT FR-Maritime

**Il progetto CLASTER è cofinanziato dal Programma Interreg Italia-Francia
Marittimo 2021 - 2027, con finanziamento pari a € 1.332.870,10 (FESR)**

-

**Le projet CLASTER est cofinancé par le Programme Interreg Italie-France
Maritime 2021 - 2027, avec un financement de € 1.332.870,10 (FEDER)**



<p>Azione-Action:</p>	<p>A 1.1 Analisi dello stato attuale e delle criticità derivanti dall'inquinamento acustico generato dalle attività portuali nei porti transfrontalieri e nelle aree adiacenti - A 1.1 Analyse de l'état actuel et des problématiques liées à la pollution acoustique générée par les activités portuaires dans les ports transfrontaliers et les zones adjacentes</p>															
<p>Componenti - Composante:</p>	<p>1- Realizzazione di interventi transfrontalieri per la riduzione dell'impatto acustico dei porti - 1- Réalisation d'interventions transfrontalières pour la réduction de l'impact acoustique des ports</p>															
<p>Partner Responsabile - Partenaire Responsable:</p>	<p>ARPAT</p> <table border="0" data-bbox="451 1167 1385 1659"> <tr> <td>Bolognese Matteo</td> <td>ARPAT</td> <td>m.bolognese@arpat.toscana.it</td> </tr> <tr> <td>Cerchiali Mauro</td> <td>ARPAT</td> <td>m.cerchiali@arpat.toscana.it</td> </tr> <tr> <td>Licitra Gaetano</td> <td>ARPAT</td> <td>g.licitra@arpat.toscana.it</td> </tr> <tr> <td>Palazzuoli Diego</td> <td>ARPAT</td> <td>d.palazzuoli@arpat.toscana.it</td> </tr> <tr> <td>Vatteroni Davide</td> <td>ARPAT</td> <td>d.vatteroni@arpat.toscana.it</td> </tr> </table>	Bolognese Matteo	ARPAT	m.bolognese@arpat.toscana.it	Cerchiali Mauro	ARPAT	m.cerchiali@arpat.toscana.it	Licitra Gaetano	ARPAT	g.licitra@arpat.toscana.it	Palazzuoli Diego	ARPAT	d.palazzuoli@arpat.toscana.it	Vatteroni Davide	ARPAT	d.vatteroni@arpat.toscana.it
Bolognese Matteo	ARPAT	m.bolognese@arpat.toscana.it														
Cerchiali Mauro	ARPAT	m.cerchiali@arpat.toscana.it														
Licitra Gaetano	ARPAT	g.licitra@arpat.toscana.it														
Palazzuoli Diego	ARPAT	d.palazzuoli@arpat.toscana.it														
Vatteroni Davide	ARPAT	d.vatteroni@arpat.toscana.it														
<p>Data - Date:</p>	<p>28/02/2025</p>															

INTRODUZIONE

Il progetto CLASTER si pone l'obiettivo di perfezionare e mettere in atto strumenti di governance sviluppati nel corso della precedente programmazione che permettano alle amministrazioni una gestione più sostenibile delle aree portuali, garantendone lo sviluppo e tutelando al contempo le aree urbane limitrofe.

In tal senso il progetto prevede di replicare l'esperienza dell'implementazione di sistemi di gestione del traffico (ITS) per la mitigazione degli effetti del traffico indotto dalle attività portuali. I sistemi ITS sono strumenti che permettono la riduzione delle congestioni della rete stradale indirizzando il traffico presso diverse direttrici in base alle condizioni di carico della rete. In aggiunta ai sistemi convenzionali, l'ITS di CLASTER terrà conto non solo della congestione della rete ma anche dell'impatto acustico risultante. In questo modo potranno essere minimizzati gli effetti sulla salute dei cittadini.

All'interno del progetto PNC Salsipiem ARPAT sta sviluppando un sistema ITS a partire dal sistema esistente installato nel corso del progetto LIST PORT a Piombino. Il sistema, pur perfezionato rispetto al precedente, presenta una serie di criticità dovute a limiti propri dell'infrastruttura scelta al tempo. Tale esperienza ha fatto emergere quindi la necessità di implementare soluzioni tecnologiche più avanzate e di preferire soluzioni open source.

Nel progetto CLASTER, la tecnologia di rilevamento del traffico sarà basata su telecamere e sistemi di riconoscimento dei veicoli tramite machine learning (ML), mentre il sistema di elaborazione dell'ITS sarà basato interamente su soluzioni open source, tra cui SUMO e Noise Modelling (NM). Durante il progetto CLASTER verranno svolte inoltre ulteriori attività di ottimizzazione e miglioramento delle prestazioni per ottenere mappa acustica dinamica in tempo reale.

Nel presente documento verranno descritte le attività preparatorie condotte per la creazione del modello digitale delle aree studio e per l'identificazione delle postazioni che ospiteranno i

Marittimo-IT FR-Maritime

sistemi di monitoraggio in maniera permanente. Verranno inoltre testate le funzionalità del sistema per la realizzazione di mappe acustiche dinamiche.

SEZIONE I. MARINA DI PISA

1. DESCRIZIONE DEL SITO

Nel sito pilota di Marina di Pisa è prevista l'installazione di un sistema ITS per la gestione del traffico. L'area di Marina di Pisa è caratterizzata da una forte stagionalità in quanto meta turistica e di villeggiatura. Al di fuori del periodo estivo è caratterizzata da una scarsa attività umana, mentre nei mesi estivi è un'area estremamente frequentata. L'area è infatti sede di numerose seconde case di proprietà di residenti nel centro urbano di Pisa, che nel periodo estivo, pur continuando la consueta attività lavorativa, si trasferiscono nella zona di marina. Ne consegue un afflusso di lavoratori da e per Marina di Pisa che va a sommarsi al flusso turistico generato dalle numerose strutture ricettive.

In Figura 1 è rappresentata l'area di marina di Pisa assieme alle vie d'accesso. La principale è viale D'Annunzio (SP224), che dal centro urbano di Pisa confluisce nella regione nord di Marina, in prossimità del porto turistico. A sud, via Litoranea congiunge Marina con la vicina frazione di Tirrenia, località densa di stabilimenti balneari. Le restanti direttrici sono Via Vecchia di Marina, strada locale che affluisce alla parte nord di Tirrenia e Viale Mezzapiaggia che si collega alla parte centrale di Tirrenia. Queste ultime affluiscono entrambe a viale D'Annunzio in prossimità della località San Piero a Grado.



Figura 1 Principali vie d'accesso a Marina di Pisa

2. INDAGINE PRELIMINARE

L'attività di studio preparatorio del sito di marina di Pisa svolta da ARPAT è partita dal reperimento dei dati cartografici. Sono state reperiti i seguenti dati territoriali:

- ambiti amministrativi;
- edificato;
- rete stradale (OSM e regione toscana);
- piano comunale di classificazione acustica;
- modello digitale del suolo (DTM).

Marittimo-IT FR-Maritime

Sulla base dei dati raccolti è stato realizzato un modello preliminare dell'area pilota in SUMO che ha permesso l'esecuzione di una prima simulazione con traffici random. Un estratto del modello è riportato in Figura 2.



Figura 2 Estratto del modello SUMO di Marina di Pisa.

Successivamente sono state intraprese attività di monitoraggio preliminare del traffico di punta (estivo). Queste, hanno interessato il monitoraggio degli assi principali di accesso all'area urbana/portuale individuati ed evidenziati in Figura 3. Il punto 1 è su viale D'Annunzio, ed è stato monitorato per tutta la durata del monitoraggio. Gli altri tre punti sono stati monitorati alternativamente per una durata complessiva di 20 giorni. In Figura 4 due immagini relative al punto 3.

Marittimo-IT FR-Maritime

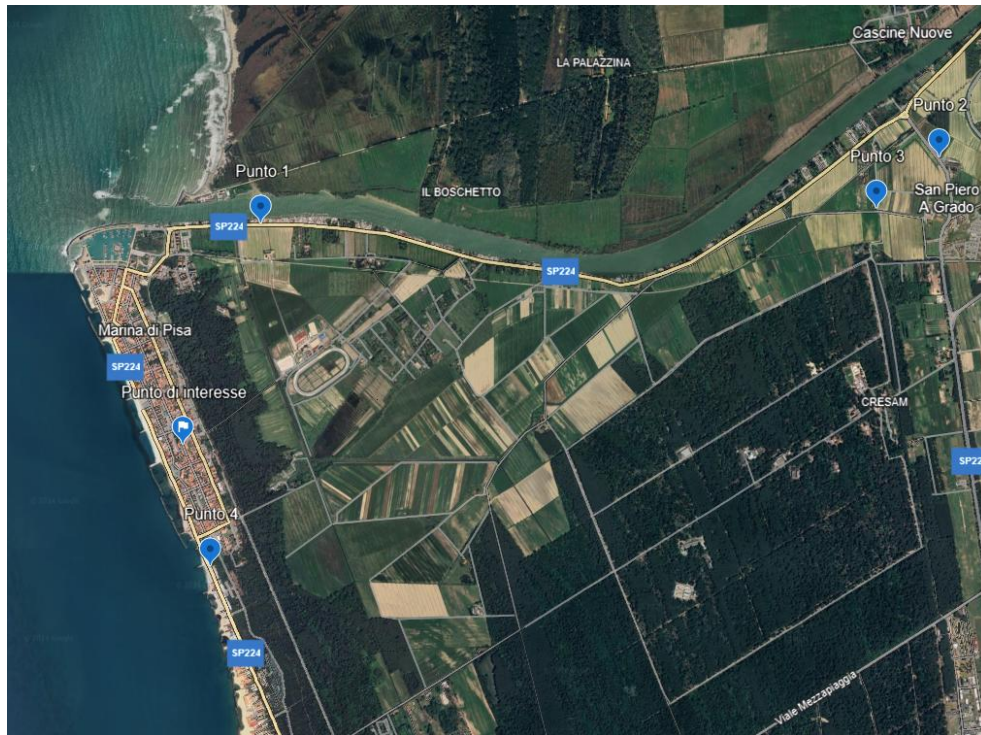


Figura 3 Punti di monitoraggio e punto di interesse all'interno dell'area urbana.



a)



b)

Figura 4 Dettaglio della postazione di rilevamento n°3 a Marina di Pisa.

I punti in Figura 1 rappresentano le principali vie d'accesso all'area urbana di Marina di Pisa e pertanto i punti candidati ad ospitare le postazioni di monitoraggio del sistema. Il "punto di

Marittimo-IT FR-Maritime

interesse" è stato scelto in quanto posizionato in corrispondenza dell'asse principale e di un ricevitore sensibile (RSA).

La collocazione dei punti di monitoraggio è la seguente:

- Punto 1, viale D'Annunzio (SP224);
- Punto 2, via Deodato Orlandi;
- Punto 3, via Vecchia di Marina;
- Punto 4, via Litoranea (SP224).

Il traffico misurato nei Punti 2 e 3 non è indipendente, in quanto parte del flusso del punto 2 transita anche nel Punto 3. In quest'ultimo possiamo distinguere idealmente tre flussi in direzione sud:

- quello diretto verso Marina e transitante per Via Vecchia di marina,
- quello diretto verso Tirrenia che poi confluirà in viale Mezzapiaggia;
- il traffico non diretto all'area mare

Di seguito riportiamo i risultati del monitoraggio in termini di flusso e velocità differenziati per categoria di veicolo.

Il primo periodo di monitoraggio, che va dal 5 al 12 luglio 2024, ha interessato il Punto 1 e il Punto 4. Gli andamenti medi orari giornalieri di flusso e velocità dei due archi stradali sono riportati rispettivamente in Figura 5 e in Figura 6.

Marittimo-IT FR-Maritime

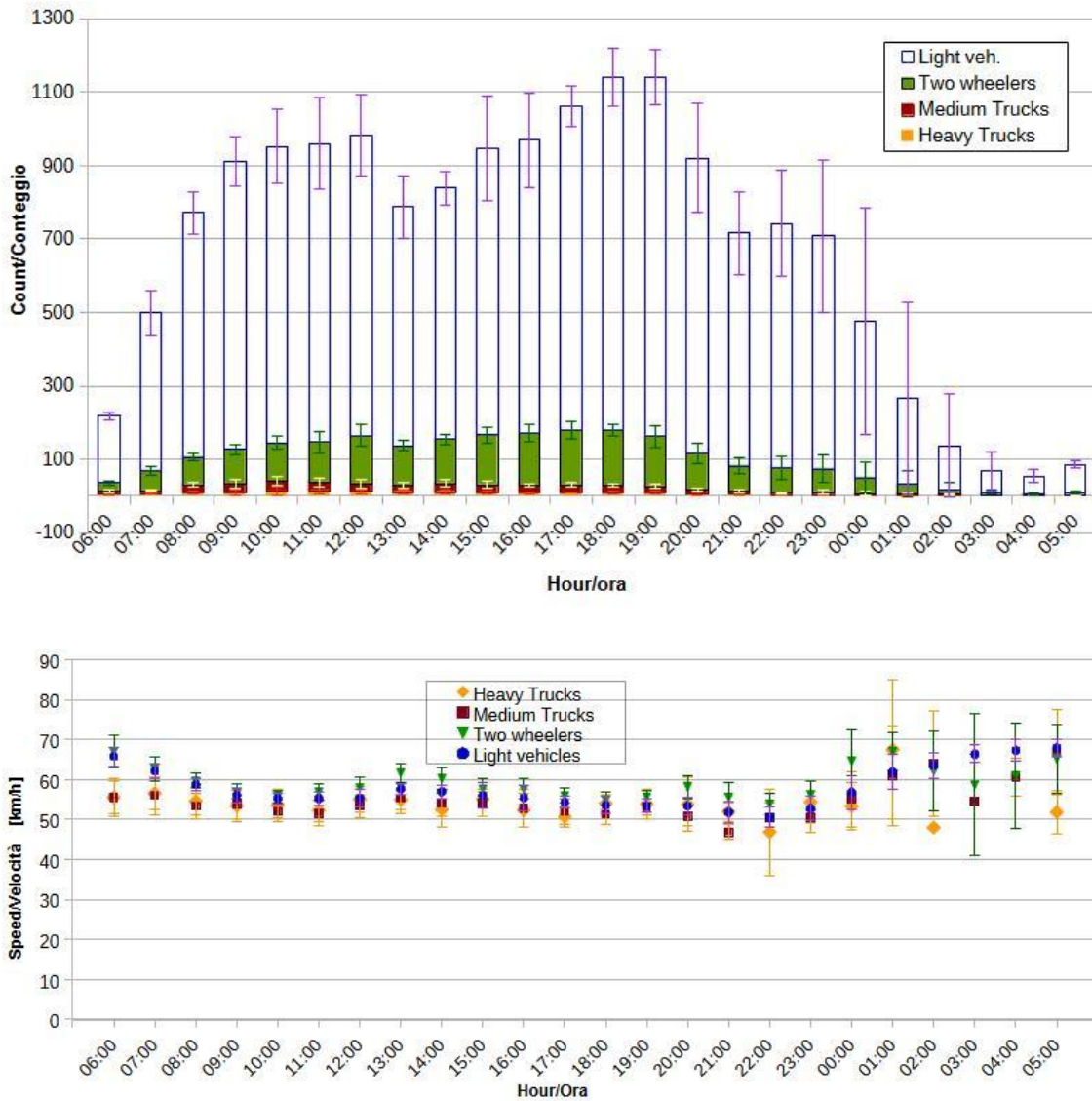


Figura 5 Settimana 1 punto 1 viale D'Annunzio. In alto i flussi orari, in basso le velocità medie per classe veicolare.

Marittimo-IT FR-Maritime

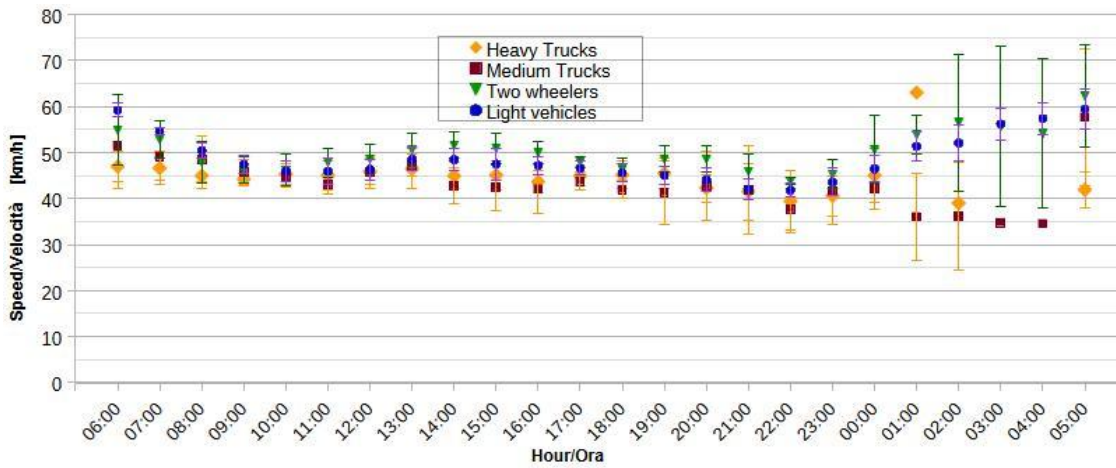
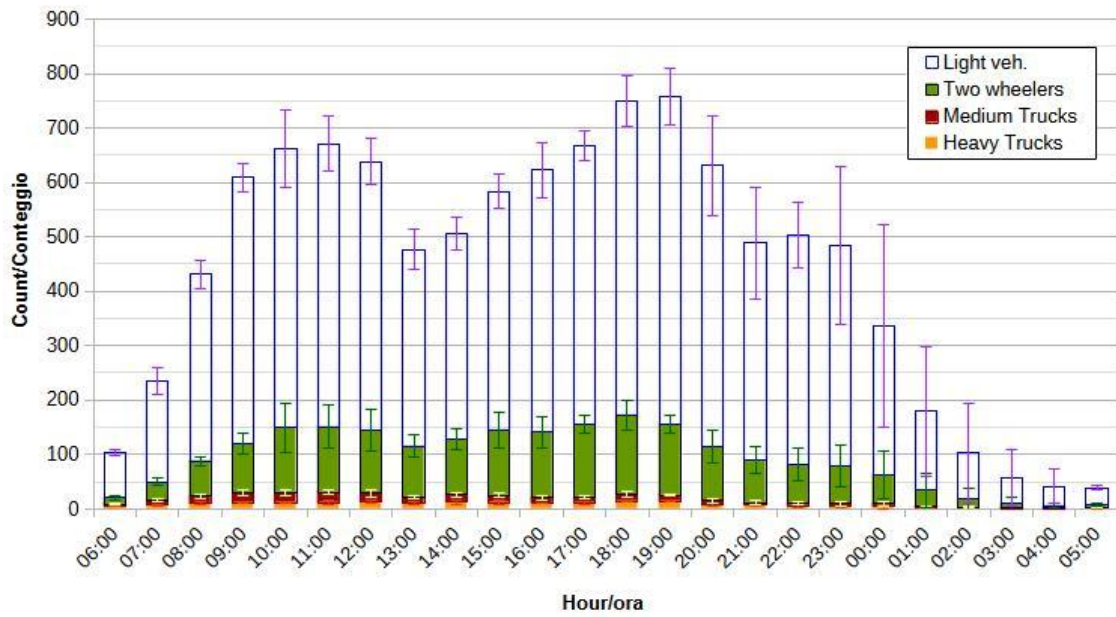


Figura 6 Settimana 1 Punto 4 via Litoranea. In alto i flussi orari, in basso le velocità medie per classe veicolare. Il secondo periodo di monitoraggio ha interessato i giorni dal 12 al 19 luglio 2024. I punti monitorati sono il Punto 1 e il Punto 2 i cui risultati sono rappresentati in Figura 7 e Figura 8.

Marittimo-IT FR-Maritime

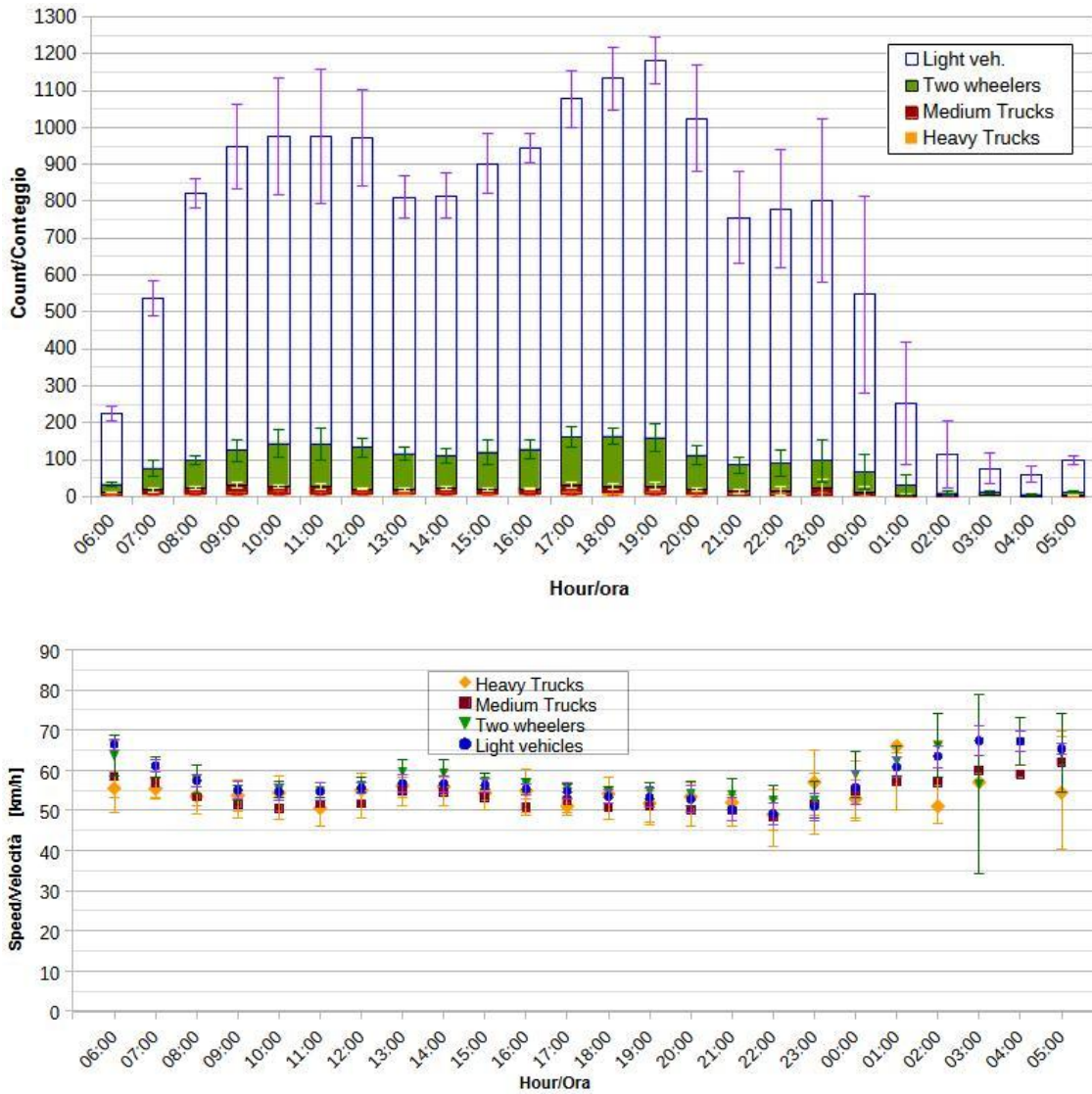


Figura 7 Settimana 2, Punto 1 viale D'Annunzio. In alto i flussi orari, in basso le velocità medie per classe veicolare.

Marittimo-IT FR-Maritime

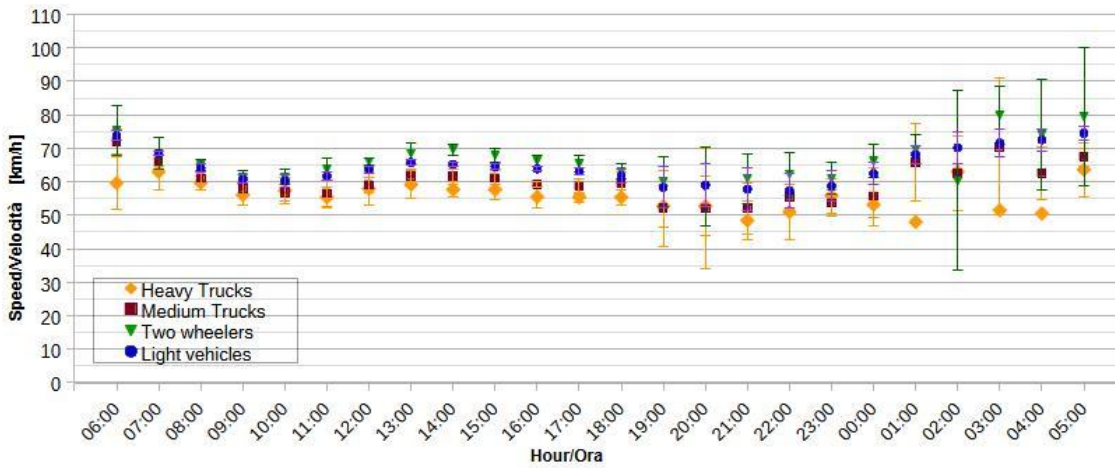
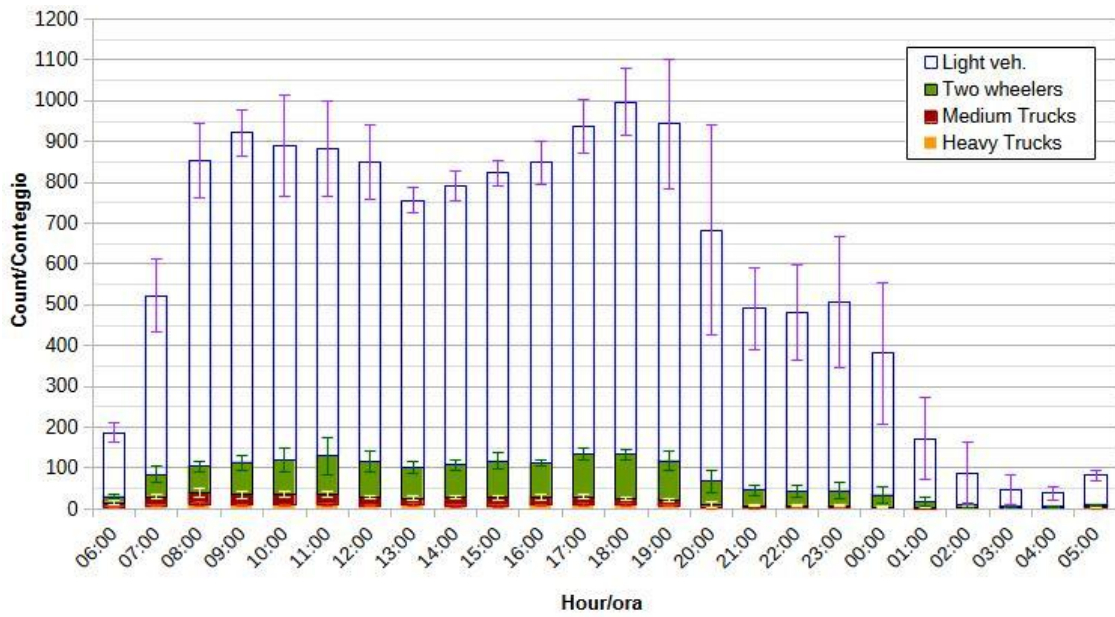


Figura 8 Settimana 1 punto 2 via Deodato Orlandi. In alto i flussi orari, in basso le velocità medie per classe veicolare.

Il terzo ed ultimo periodo di monitoraggio va dal 19 al 23 luglio 2024 e ha interessato il Punto 1 e il Punto 3, i cui andamenti medi settimanali sono riportati in Figura 9 e Figura 10 rispettivamente.

Marittimo-IT FR-Maritime

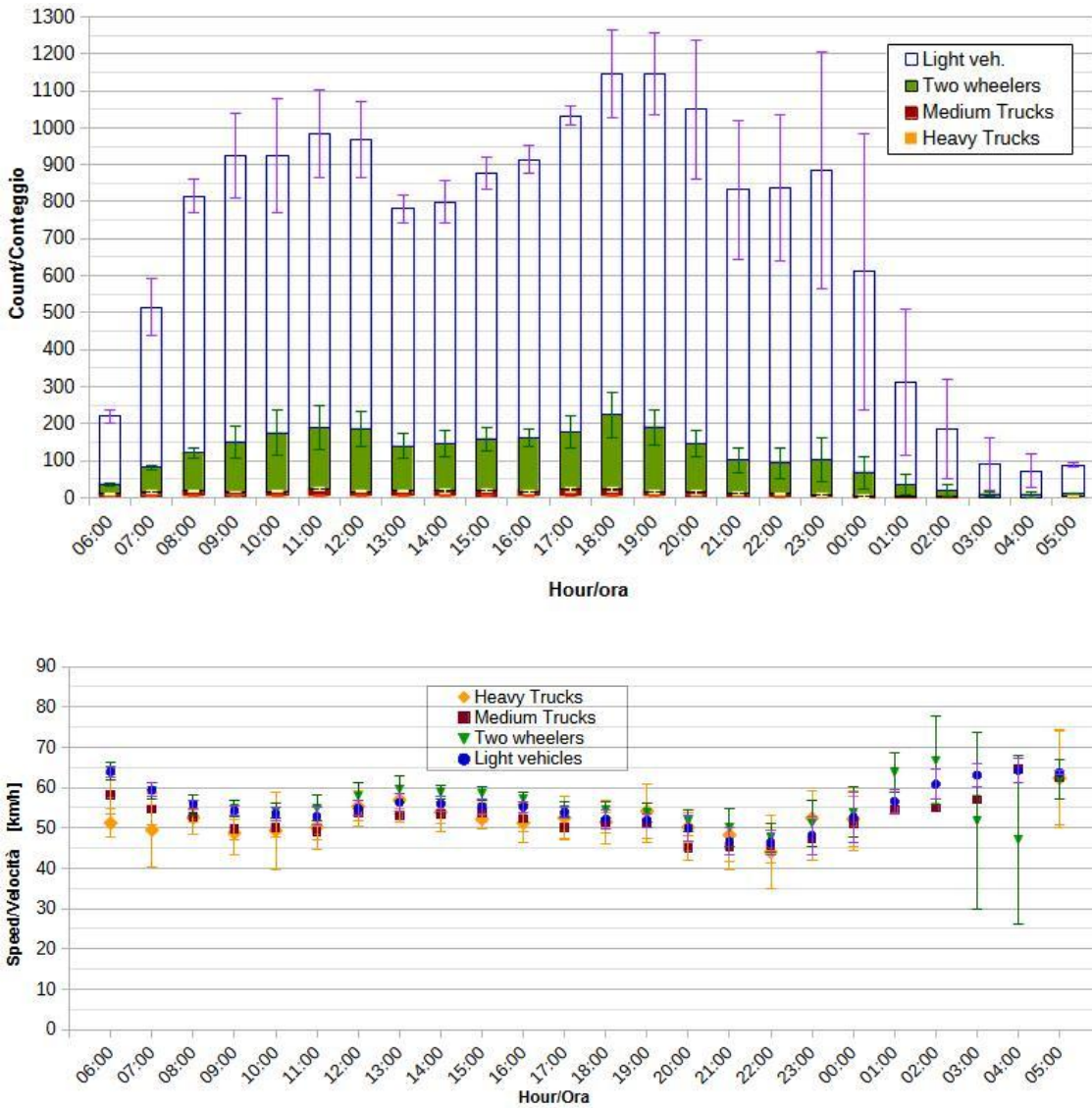


Figura 9 Settimana 1 punto 1 viale D'Annunzio. In alto i flussi orari, in basso le velocità medie per classe veicolare.

Marittimo-IT FR-Maritime

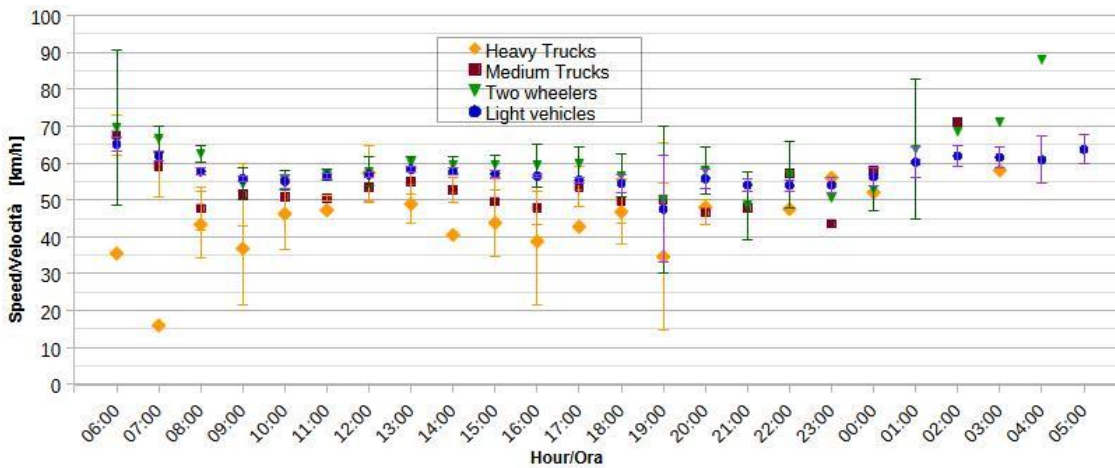
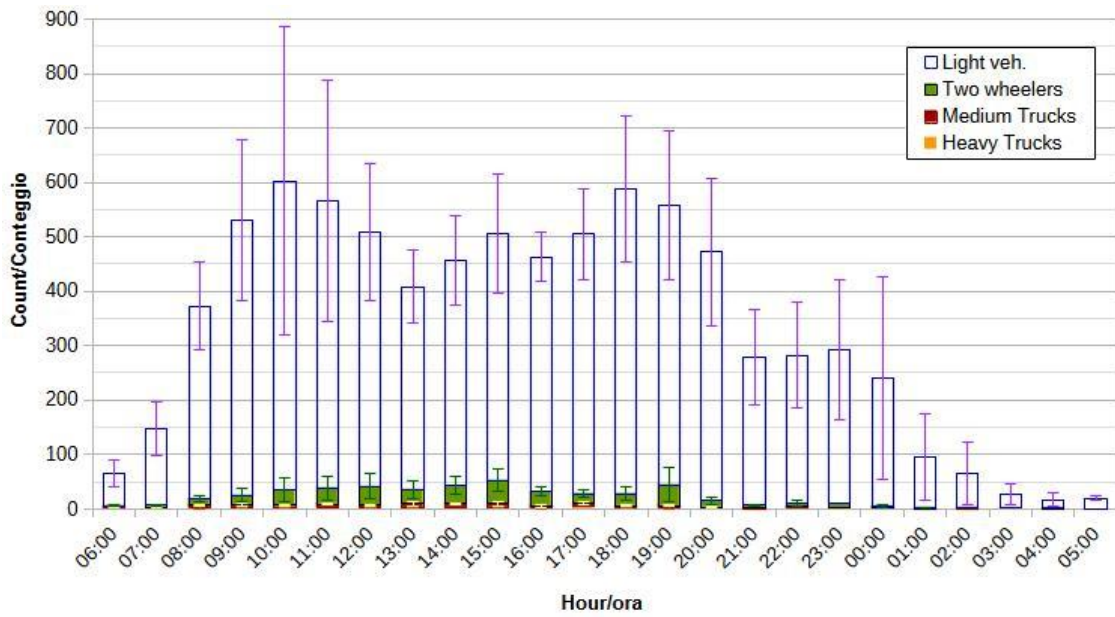


Figura 10 Settimana 1 Punto 3 via Vecchia di Marina. In alto i flussi orari, in basso le velocità medie per classe veicolare.

Tabella 1 Flusso giornaliero e composizione del traffico.

Punto	Flusso Giornaliero	Leggeri	Motocicli	Pesanti e Bus
Punto 1	17000	84%	14%	2%
Punto 2	14200	87%	10%	3%
Punto 3	8100	94%	5%	1%
Punto 4	10600	79%	17%	4%

Marittimo-IT FR-Maritime

In Tabella 1 sono riportati i flussi di traffico estesi a tutta la durata del monitoraggio e la composizione del traffico con indicazione della percentuale di motocicli e mezzi pesanti.

Tabella 2 Flusso medio orario e velocità media rilevati nei punti di monitoraggio

Punto	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
	Flusso	Velocità	Flusso	Velocità	Flusso	Velocità
	[veicoli/h]	[km/h]	[veicoli/h]	[km/h]	[veicoli/h]	[km/h]
Punto 1	681,4	55,8	701,1	55,0	709,7	53,6
Punto 2	-	-	590,3	62,6	-	-
Punto 3	-	-	-	-	336,2	55,7
Punto 4	440,6	46,8	-	-	-	-

In Tabella 2 sono riportati i flussi orari medi giornalieri e le velocità medie relative frazionati nei diversi periodi di monitoraggio. Come è possibile osservare, i dati confermano la maggiore rilevanza di viale D'Annunzio, che si attesta su un flusso a volte doppio delle altre direttrici.

Per la corretta implementazione del sistema ITS, bisognerà identificare in quali direttrici convogliare il traffico in eccesso in situazioni critiche. Pertanto, in un approfondimento futuro andrà effettuata una stima della capacità delle vie d'accesso all'area pilota.

Osservando le percentuali di mezzi pesanti riscontrate, queste risultano particolarmente basse. La ragione di ciò è da imputare non al basso numero assoluto di mezzi pesanti e autobus, ma all'elevato flusso di veicoli leggeri e motocicli nel periodo estivo. Tale scenario potrebbe indicare la necessità di potenziare il servizio pubblico nell'intento di ridurre l'afflusso veicolare; in tal modo si avrebbe il doppio beneficio di ridurre i flussi e il rumore risultante.

3. MAPPA ACUSTICA DINAMICA

Per valutare la correttezza del modello e ottenere una stima indicativa dei flussi di traffico e dell'esposizione al rumore è stata effettuata la mappa dinamica con intervallo orario relativa a sabato 06/07/2024.

I dati di traffico dei punti 2 e 3, misurati rispettivamente nei periodi 2 e 3 sono stati quindi normalizzati confrontando il traffico misurato nel Punto 1 nei giorni sabato 13 e sabato 20 luglio rispettivamente. I traffici così ottenuti sono stati implementati nel sistema ITS sviluppato da ARPAT che integra il software SUMO e NM. L'ITS effettua prima una selezione dei possibili tragitti da associare ai veicoli in modo che il traffico simulato riproduca quello misurato delle centraline. Tale selezione è stata effettuata con il tool routeSampler.py fornito da SUMO, con un dettaglio temporale di 15 min per ciascuna classe di veicolo. In seguito, il sistema effettua la simulazione e restituisce i valori di traffico per ciascun arco stradale. Quindi viene calcolata la corrispondente potenza sonora di ciascun arco tramite un tool di NM. Il calcolo dei livelli di esposizione in facciata viene poi effettuato dal sistema ITS utilizzando la matrice di attenuazione calcolata precedentemente con NM. La matrice di attenuazione ha richiesto un tempo di calcolo di circa 20 ore, ma una volta ottenuta permette di calcolare nuove mappe in tempi relativamente brevi, minori di un minuto. Un dettaglio dei tempi di calcolo medi per ciascun intervallo temporale è riportato in Tabella 3.

Tabella 3 Tempi di calcolo medi per un ora di simulazione di traffico e rumore.

Operazione	Tempo di calcolo [s]
Selezione dei tragitti	41,7
Simulazione SUMO	8,5
Calcolo potenze sonore	20,9
Calcolo livelli in facciata	26,4
Totale	97,6

Marittimo-IT FR-Maritime

Il risultato è una mappa dinamica di cui riportiamo un estratto relativo alle ore 20 in Figura 11. Nelle successive Figura 12 e Figura 13 riportiamo il dettaglio dell'area Nord di Marina di Pisa relativo alle ore 03 e alle ore 20.

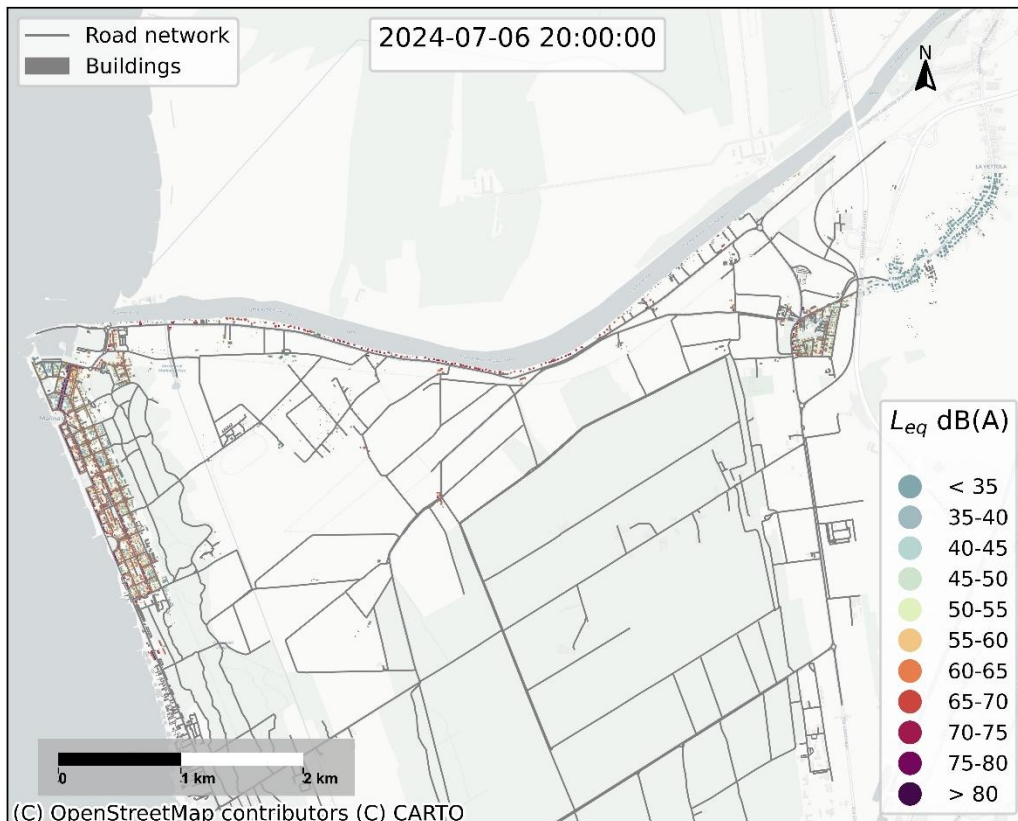


Figura 11 Mappa dell'esposizione in facciata relativa all'intera area di studio, ore 20:00 - 21:00.

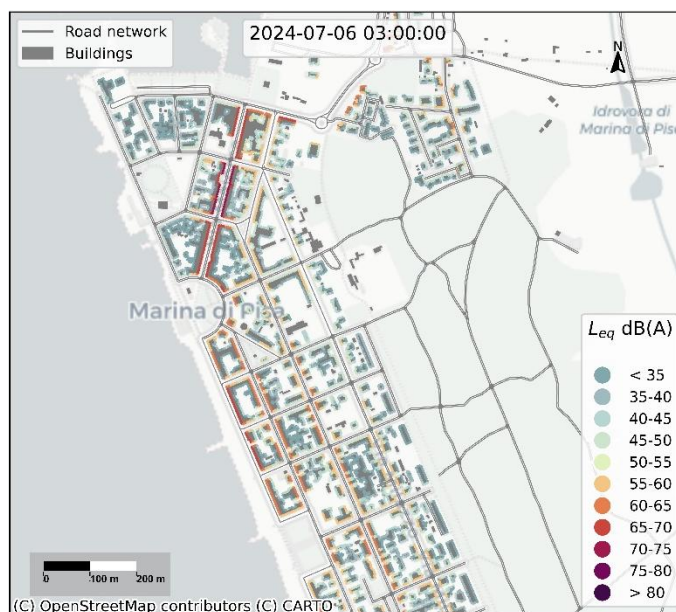


Figura 12 Mappa dell'esposizione al Rumore, Marina di Pisa, ore 03:00 - 04:00

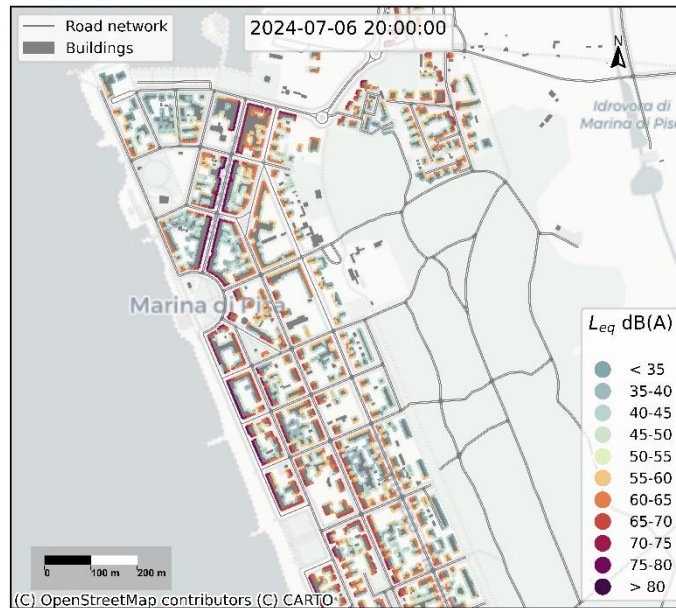


Figura 13 Mappa dell'esposizione al Rumore, Marina di Pisa, ore 20:00 - 21:00

SEZIONE II. PORTO TORRES

1. DESCRIZIONE DEL SITO

2. INDAGINE PRELIMINARE

L'attività di studio preparatorio del sito di marina di Porto Torres svolta da ARPAT è partita dal reperimento dei dati cartografici. Sono state reperiti i seguenti dati territoriali (Figura 14):

- ambiti amministrativi;
- edificato;
- rete stradale (OSM e regione toscana);
- piano comunale di classificazione acustica;
- modello digitale del suolo (DTM).

Marittimo-IT FR-Maritime

Sulla base dei dati raccolti è stato realizzato un modello preliminare dell'area pilota in SUMO che ha permesso l'esecuzione di una prima simulazione con traffici random. Un estratto del modello è riportato in Figura 15.



Figura 14 Modello GIS della città di Porto Torres





Figura 15 Estratti del modello di traffico del comune id Porto Torres realizzato in SUMO.

A seguito delle campagne di monitoraggio che verranno condotte prossimamente, sarà possibile replicare l'attività descritta per Marina di Pisa anche nel sito di Porto Torres.

Marittimo-IT FR-Maritime**INTRODUCTION**

Le projet CLASTER vise à perfectionner et mettre en œuvre des outils de gouvernance développés lors de la programmation précédente, permettant aux administrations de gérer de manière plus durable les zones portuaires, tout en garantissant leur développement et en protégeant les zones urbaines environnantes.

Dans ce sens, le projet prévoit de reproduire l'expérience de la mise en œuvre de systèmes de gestion du trafic (ITS) pour atténuer les effets du trafic induit par les activités portuaires. Les systèmes ITS sont des outils permettant de réduire les congestions du réseau routier en dirigeant le trafic vers différentes directions en fonction des conditions de charge du réseau. En plus des systèmes conventionnels, l'ITS de CLASTER prendra en compte non seulement la congestion du réseau mais aussi l'impact acoustique résultant. De cette manière, les effets sur la santé des citoyens pourront être minimisés.

Dans le cadre du projet PNC Salpam, ARPAT développe un système ITS à partir du système existant installé lors du projet LIST PORT à Piombino. Le système, bien que perfectionné par rapport au précédent, présente une série de critiques dues aux limites propres de l'infrastructure choisie à l'époque. Cette expérience a donc fait émerger la nécessité d'implémenter des solutions technologiques plus avancées et de préférer des solutions open source.

Dans le projet CLASTER, la technologie de détection du trafic sera basée sur des caméras et des systèmes de reconnaissance des véhicules par machine learning (ML), tandis que le système de traitement de l'ITS sera entièrement basé sur des solutions open source, telles que SUMO et Noise Modelling (NM). Pendant le projet CLASTER, des activités supplémentaires d'optimisation et d'amélioration des performances seront également menées pour obtenir une carte acoustique dynamique en temps réel.

Dans ce document, les activités préparatoires menées pour la création du modèle numérique des zones d'étude et pour l'identification des postes qui accueilleront les systèmes de surveillance de manière permanente seront décrites. Les fonctionnalités du système pour la réalisation de cartes acoustiques dynamiques seront également testées.

Marina di Pisa**DESCRIPTION DU SITE**

Sur le site pilote de Marina di Pisa, il est prévu d'installer un système ITS pour la gestion du trafic. La zone de Marina di Pisa est caractérisée par une forte saisonnalité en tant que destination touristique et de villégiature. En dehors de la période estivale, elle est caractérisée par une faible activité humaine, tandis que pendant les mois d'été, c'est une zone extrêmement fréquentée. La zone abrite en effet de nombreuses résidences secondaires appartenant à des résidents du centre urbain de Pise, qui, pendant la période estivale, tout en continuant leur activité professionnelle habituelle, se déplacent dans la zone de Marina. Il en résulte un flux de travailleurs vers et depuis Marina di Pisa qui s'ajoute au flux touristique généré par les nombreuses structures d'accueil.

Marittimo-IT FR-Maritime

La Figure 16 représente la zone de Marina di Pisa ainsi que les voies d'accès. La principale est le viale D'Annunzio (SP224), qui, depuis le centre urbain de Pise, conflue dans la région nord de Marina, à proximité du port de plaisance. Au sud, la via Litoranea relie Marina à la localité voisine de Tirrenia, une zone dense en établissements balnéaires. Les autres directions sont la Via Vecchia di Marina, une route locale qui afflue vers la partie nord de Tirrenia, et le Viale Mezzapiaggia qui se connecte à la partie centrale de Tirrenia. Ces dernières convergent toutes deux vers le viale D'Annunzio à proximité de la localité de San Piero a Grado.

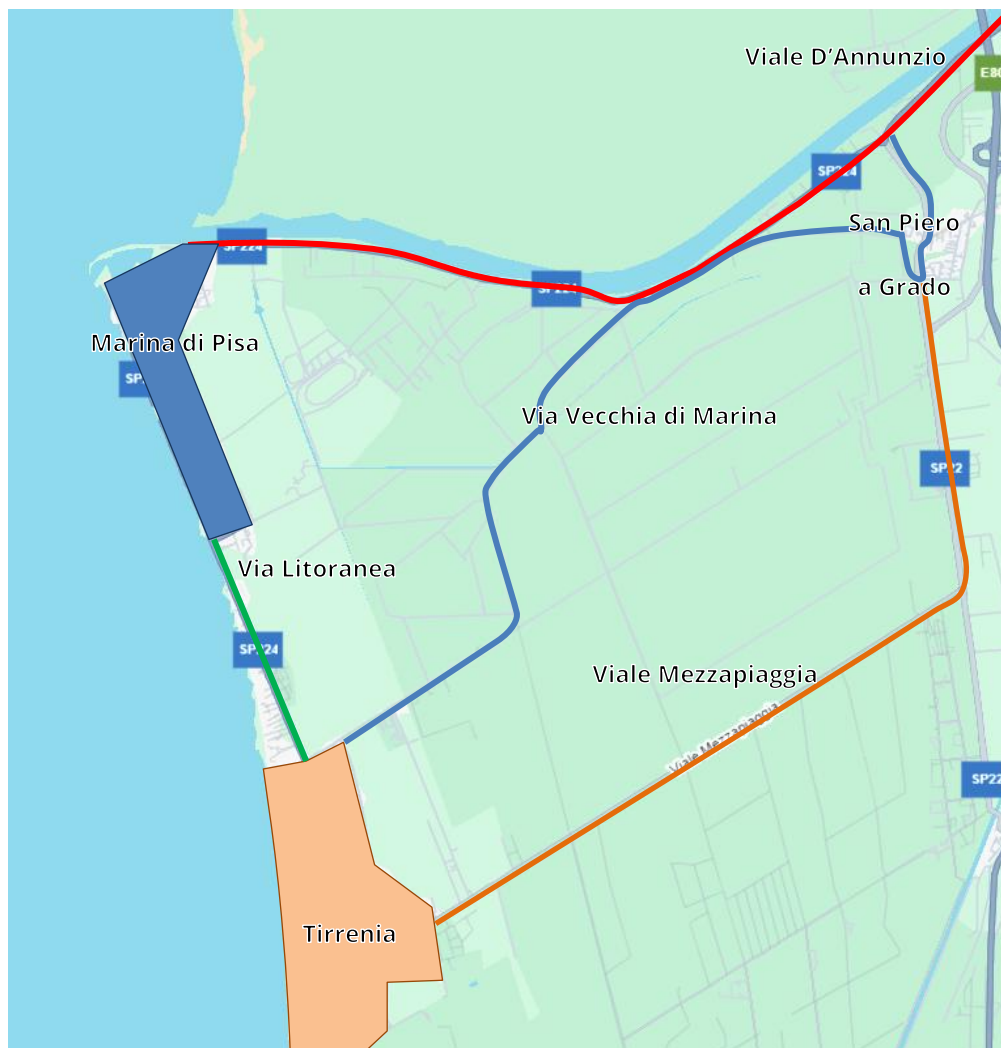


Figure 16 Principales voies d'accès à Marina di Pisa

Etude préliminaire

L'activité d'étude préparatoire du site de Marina di Pisa menée par ARPAT a commencé par la collecte de données cartographiques. Les données territoriales suivantes ont été recueillies :

- périmètres administratifs ;
- bâtiments ;

Marittimo-IT FR-Maritime

- réseau routier (OSM et région Toscane) ;
- plan communal de classification acoustique ;
- modèle numérique de terrain (DTM).

Sur la base des données recueillies, un modèle préliminaire de la zone pilote a été réalisé dans SUMO, permettant l'exécution d'une première simulation avec des trafics aléatoires. Un extrait du modèle est présenté dans la Figure 17.



Figure 17 Extrait du modèle SUMO de Marina di Pisa.

Ensuite, des activités de surveillance préliminaire du trafic de pointe (estival) ont été entreprises. Celles-ci ont concerné la surveillance des axes principaux d'accès à la zone urbaine/portuaire identifiés et mis en évidence dans la Figure 16. La surveillance a été effectuée en installant des systèmes de comptage de véhicules utilisant la technologie radar. Les tronçons concernés par la surveillance sont au nombre de quatre, et sont présentés dans la Figure 18. Le point 1 est sur le viale D'Annunzio, et a été surveillé pendant toute la durée de la surveillance. Les trois autres points ont été surveillés alternativement pendant une durée totale de 20 jours. La Figure 19 présente deux images relatives au point 3.

Marittimo-IT FR-Maritime

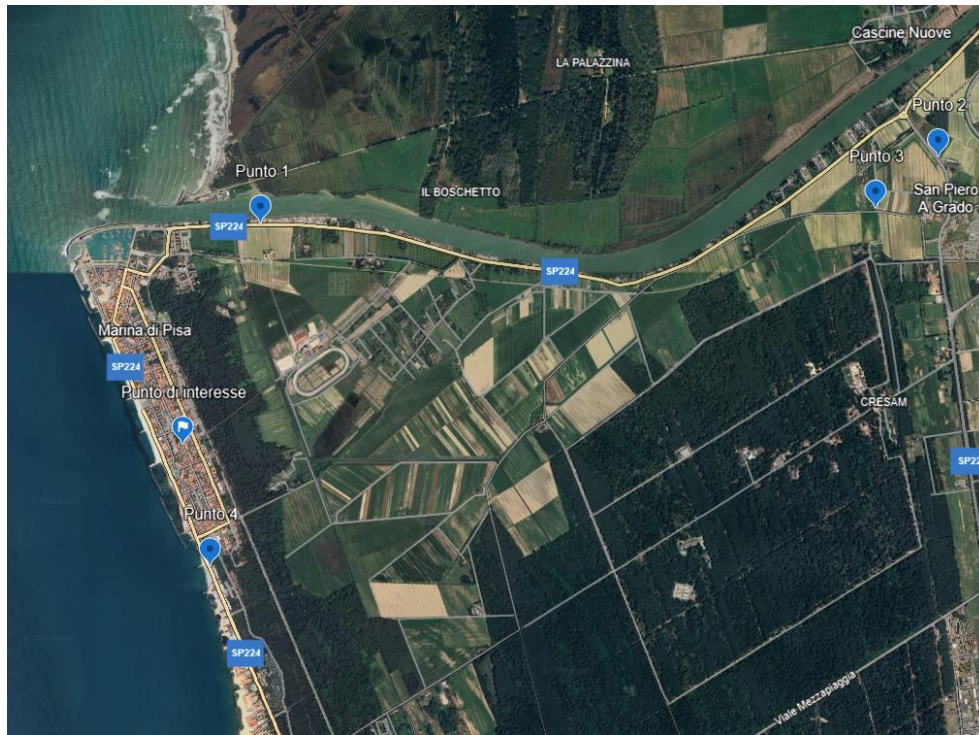


Figure 18 Points de surveillance et point d'intérêt à l'intérieur de la zone urbaine.



a)



b)

Marittimo-IT FR-Maritime**Figure 19 Détail de la station de surveillance N°3 a Marina di Pisa.**

Les points de la Figure 16 représentent les principales voies d'accès à la zone urbaine de Marina di Pisa et sont donc les points candidats pour accueillir les stations de surveillance du système. Le "point d'intérêt" a été choisi car il est situé à la fois sur l'axe principal et à proximité d'un récepteur sensible (EHPAD).

La localisation des points de surveillance est la suivante :

- Point 1, viale D'Annunzio (SP224) ;
- Point 2, via Deodato Orlandi ;
- Point 3, via Vecchia di Marina ;
- Point 4, via Litoranea (SP224).

Le trafic mesuré aux Points 2 et 3 n'est pas indépendant, car une partie du flux du Point 2 transite également par le Point 3. Dans ce dernier, nous pouvons idéalement distinguer trois flux en direction sud :

- celui dirigé vers Marina et transitant par la Via Vecchia di Marina ;
- celui dirigé vers Tirrenia qui conflue ensuite dans le viale Mezzapiaggia ;
- le trafic non dirigé vers la zone maritime.

Ci-dessous, nous présentons les résultats de la surveillance en termes de flux et de vitesse, différenciés par catégorie de véhicule.

La première période de surveillance, qui s'est déroulée du 5 au 12 juillet 2024, a concerné le Point 1 et le Point 4. Les tendances moyennes horaires quotidiennes de flux et de vitesse des deux tronçons routiers sont respectivement présentées dans la Figure 20 et la Figure 21.

Marittimo-IT FR-Maritime

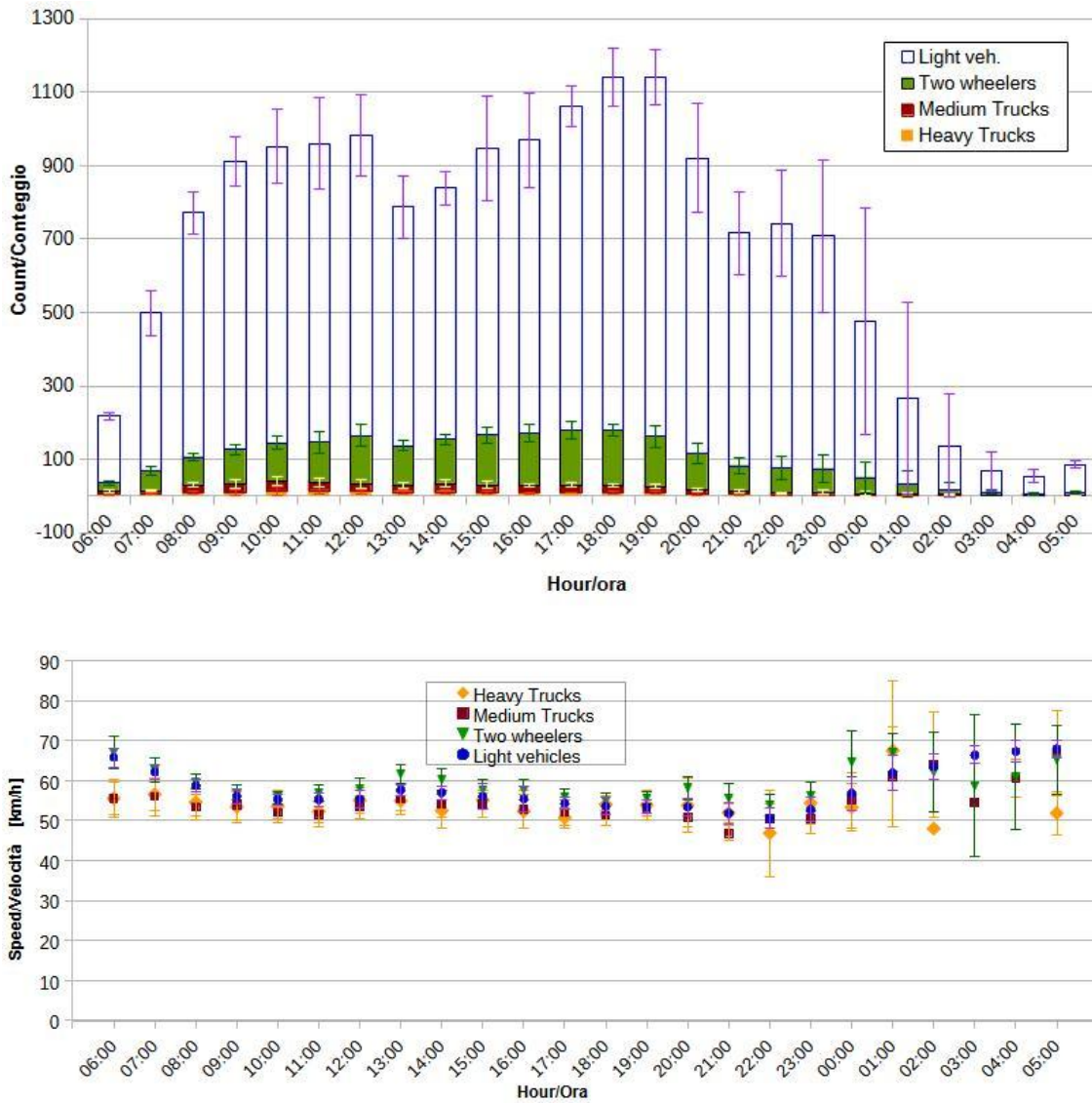


Figure 20 Semaine 1 point 1 Viale D'Annunzio. En haut les flux horaires, en bas les vitesses moyennes par catégorie de véhicule.

Marittimo-IT FR-Maritime

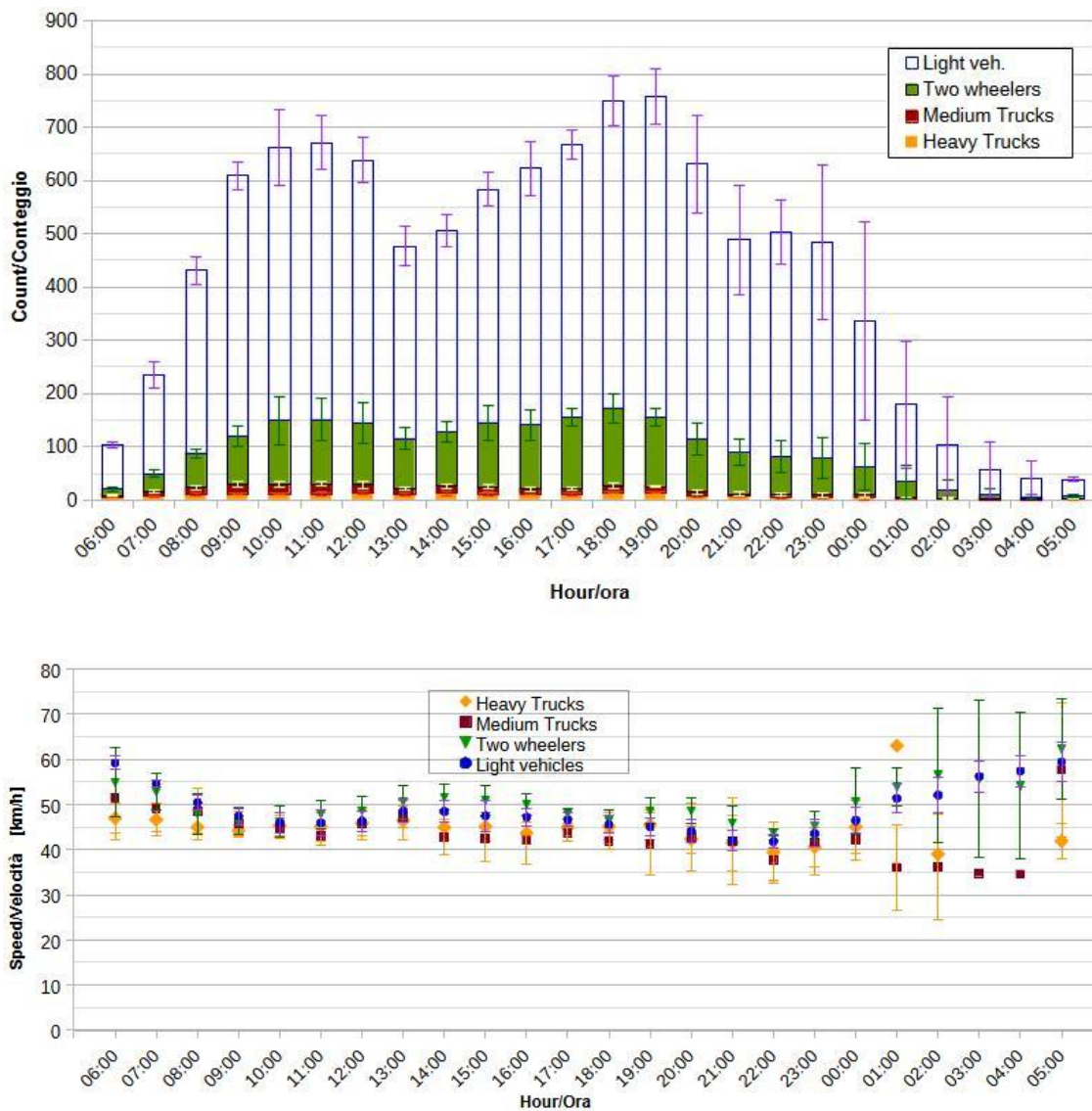


Figure 21 Semaine 1 point 4 via Litoranea. En haut les flux horaires, en bas les vitesses moyennes par catégorie de véhicule.

La deuxième période de surveillance a concerné les jours du 12 au 19 juillet 2024. Les points surveillés sont le Point 1 et le Point 2, dont les résultats sont présentés dans la Figure 22 et la Figure 23.

Marittimo-IT FR-Maritime

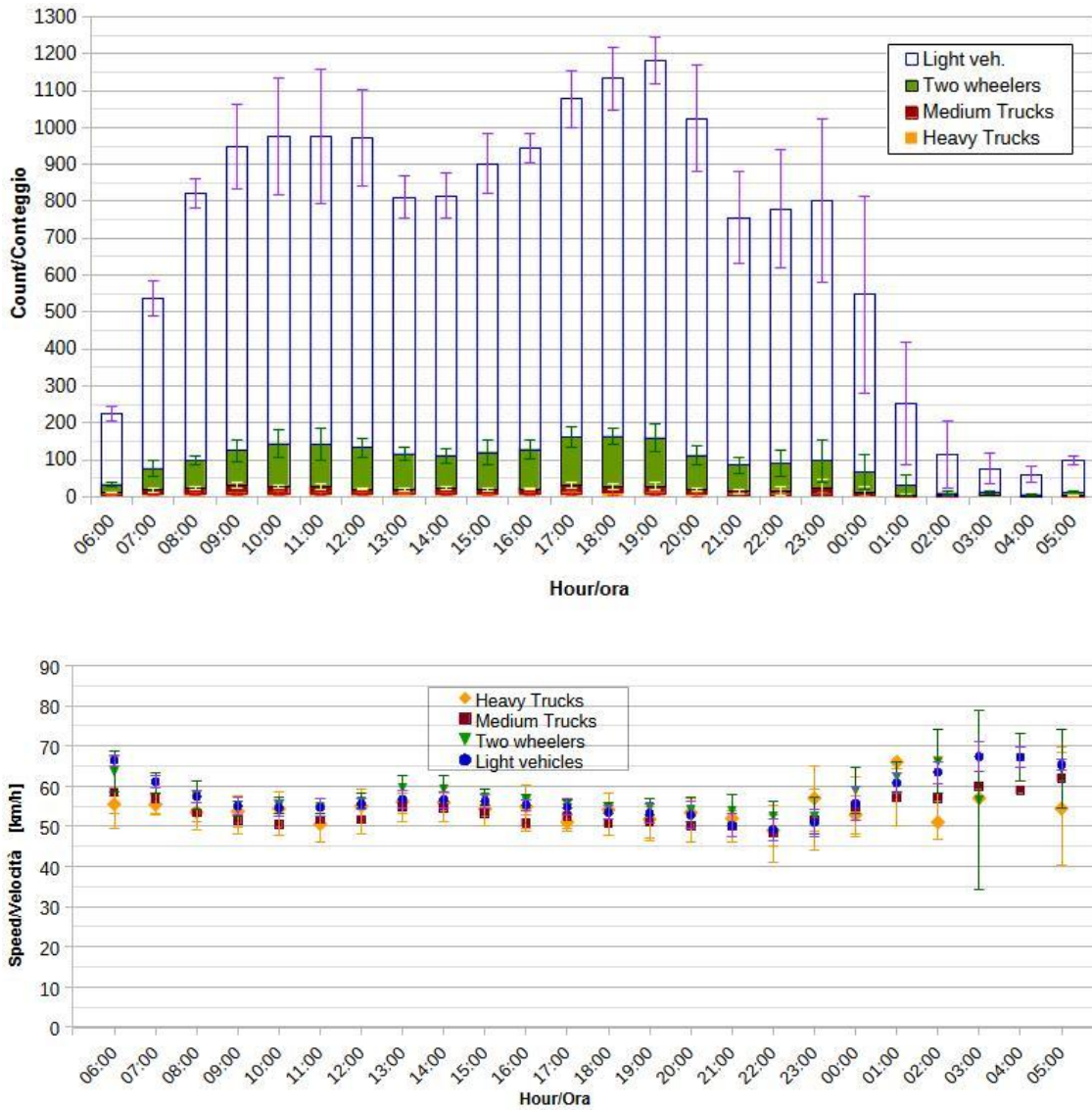


Figure 22 Semaine 2 point 1 Viale D'Annunzio. En haut les flux horaires, en bas les vitesses moyennes par catégorie de véhicule.

Marittimo-IT FR-Maritime

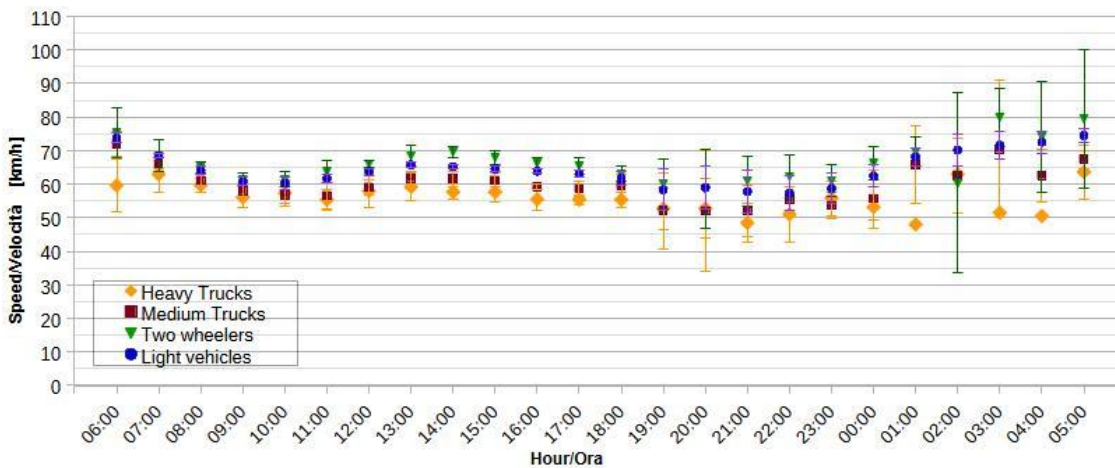
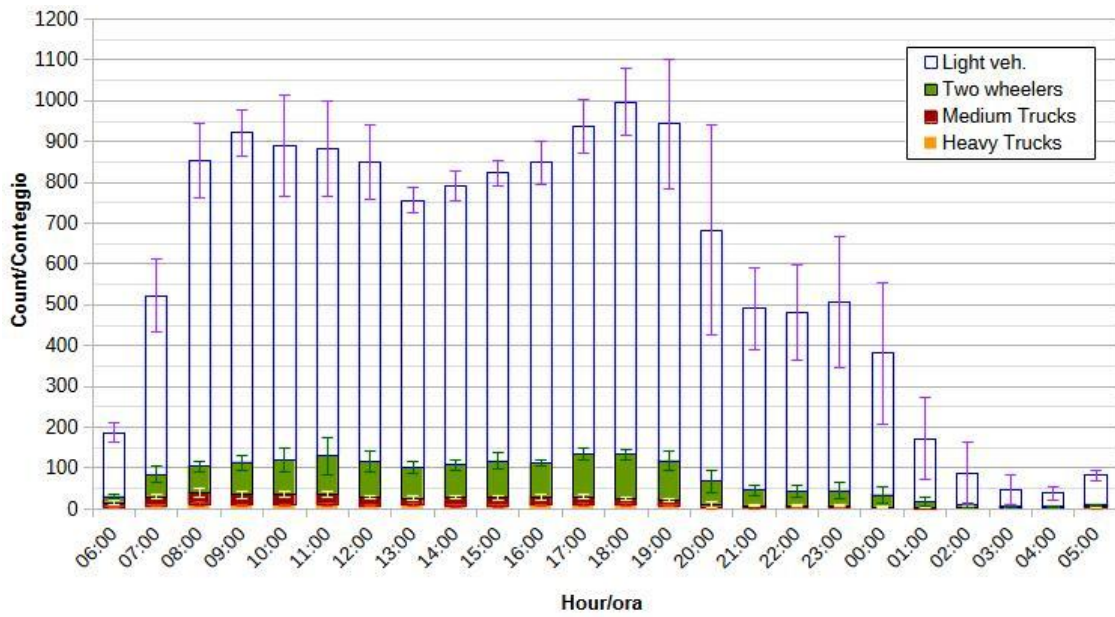


Figure 23 Semaine 1 point 2 via Deodato Orlandi. En haut les flux horaires, en bas les vitesses moyennes par catégorie de véhicule.

La troisième et dernière période de surveillance s'est déroulée du 19 au 23 juillet 2024 et a concerné le Point 1 et le Point 3, dont les tendances moyennes hebdomadaires sont respectivement présentées dans la Figure 24 et la Figure 25.

Marittimo-IT FR-Maritime

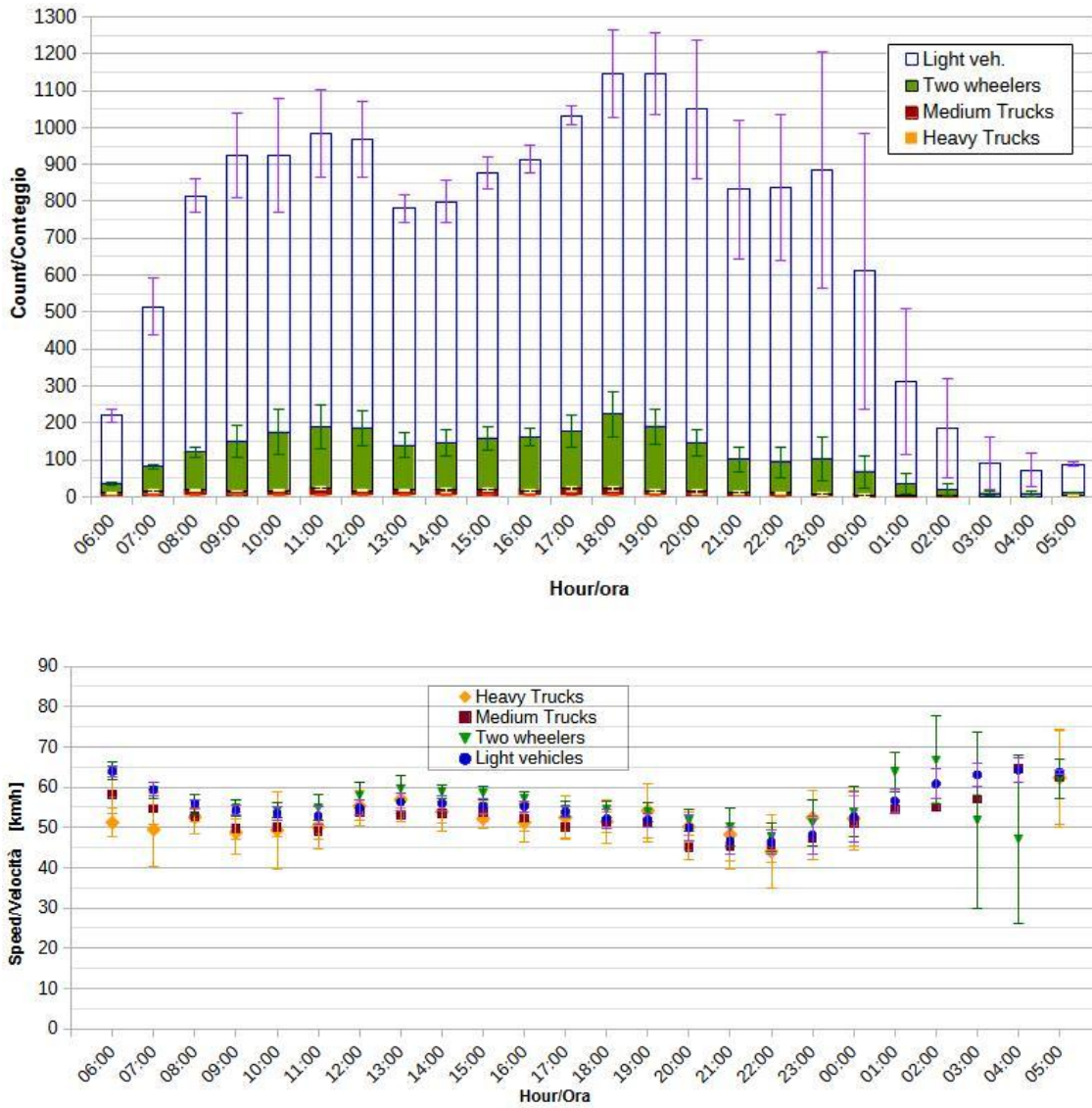


Figure 24 Semaine 1 point 1 viale D'Annunzio. En haut les flux horaires, en bas les vitesses moyennes par catégorie de véhicule.

Marittimo-IT FR-Maritime

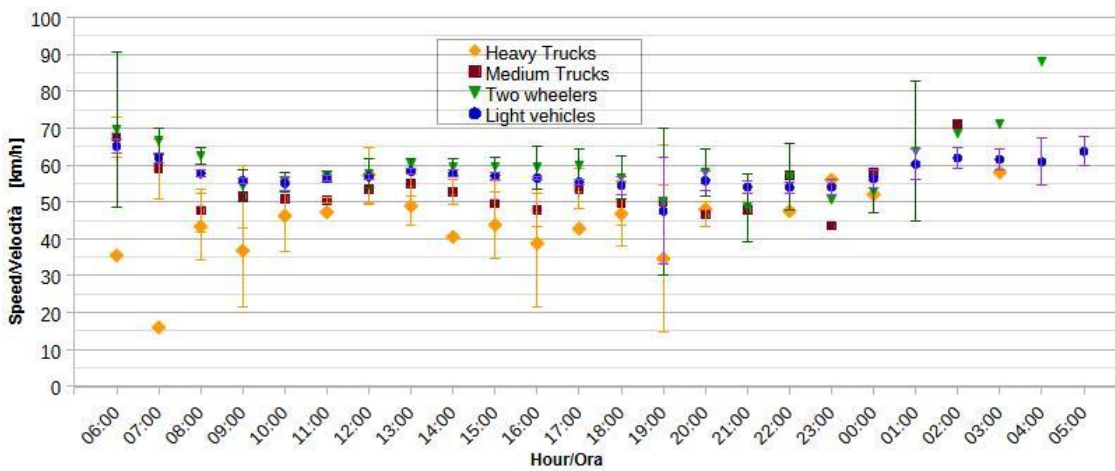
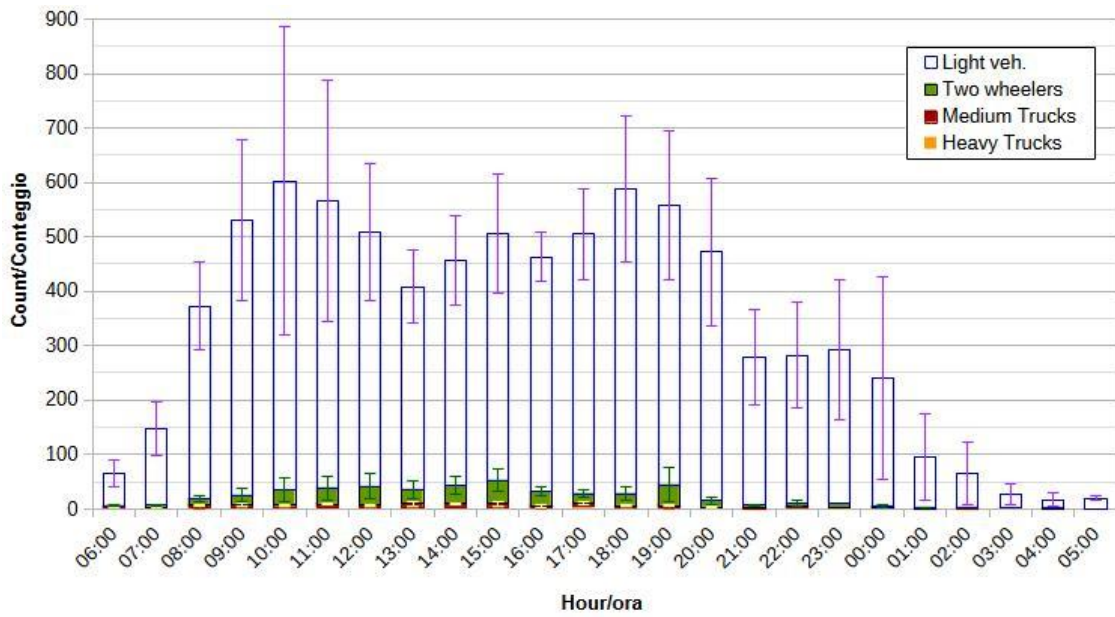


Figure 25 Semaine 1 point 3 via Vecchia di Marina. En haut les flux horaires, en bas les vitesses moyennes par catégorie de véhicule.

Tableau 4 Flux journalier et composition du trafic

Point	Flux journalier	Véhicules légers	Motocyclettes	Véhicules poids lourds et bus
Point 1	17000	84%	14%	2%

Marittimo-IT FR-Maritime

Point 2	14200	87%	10%	3%
Point 3	8100	94%	5%	1%
Point 4	10600	79%	17%	4%

Le Tableau 4 présente les flux de trafic étendus sur toute la durée de la surveillance et la composition du trafic avec indication du pourcentage de motocyclettes et de poids lourds.

Tableau 5 Flux myen horaires et vitesse moyenne relevés aux points de surveillance

Point	Période 1		Période 2		Période 3	
	Flux [véhicules /h]	Vitesse [km/h]	Flux [véhicules /h]	Vitesse [km/h]	Flux [véhicules/h]	Vitesse [km/h]
Point 1	681,4	55,8	701,1	55,0	709,7	53,6
Point 2	-	-	590,3	62,6	-	-
Point 3	-	-	-	-	336,2	55,7
Point 4	440,6	46,8	-	-	-	-

Le Tableau 5 présente les flux horaires moyens quotidiens et les vitesses moyennes relatives, répartis sur les différentes périodes de surveillance. Comme on peut l'observer, les données confirment la plus grande importance du viale D'Annunzio, qui affiche parfois un flux double par rapport aux autres directions.

Pour la mise en œuvre correcte du système ITS, il sera nécessaire d'identifier les directions vers lesquelles diriger le trafic excédentaire en situations critiques. Par conséquent, une estimation de la capacité des voies d'accès à la zone pilote devra être effectuée dans une étude future.

En observant les pourcentages de poids lourds constatés, ceux-ci sont particulièrement bas. La raison en est non pas le faible nombre absolu de poids lourds et d'autobus, mais le flux élevé de véhicules légers et de motocyclettes pendant la période estivale. Ce scénario pourrait indiquer la nécessité de renforcer le service public afin de réduire l'afflux de véhicules ; de cette manière, on obtiendrait le double avantage de réduire les flux et le bruit résultant.

CARTE DU BRUIT DYNAMIQUE

Pour évaluer la justesse du modèle et obtenir une estimation indicative des flux de trafic et de l'exposition au bruit, une carte dynamique avec intervalle horaire a été réalisée pour le samedi 06/07/2024. Les données de trafic des points 2 et 3, mesurées respectivement pendant les périodes 2 et 3, ont ensuite été normalisées en comparant le trafic mesuré au Point 1 les samedis 13 et 20 juillet respectivement. Les trafics ainsi obtenus ont été intégrés dans le système ITS développé par l'ARPAT, qui intègre les logiciels SUMO et NM. L'ITS effectue d'abord une sélection des trajets possibles à associer aux véhicules afin que le trafic simulé reproduise celui mesuré par les stations. Cette sélection a été effectuée avec l'outil routeSampler.py fourni par SUMO, avec un détail temporel de 15 minutes pour chaque classe de véhicule. Ensuite, le système effectue la simulation et restitue les valeurs de trafic pour chaque tronçon de route. La puissance sonore correspondante de chaque tronçon est ensuite calculée à l'aide d'un outil NM. Le calcul des niveaux d'exposition en façade est ensuite effectué par le système ITS en utilisant la matrice d'atténuation précédemment calculée avec NM. La matrice d'atténuation a nécessité un temps de calcul d'environ 20 heures, mais une fois obtenue, elle permet de calculer de nouvelles cartes en des temps relativement courts, inférieurs à une minute. Un détail des temps de calcul moyens pour chaque intervalle temporel est rapporté dans le Tableau 6.

Tableau 6 Temps de calcul moyens pour une heure de simulation de trafic et de bruit.

Opération	Temps de calcul [s]
Sélection des trajets	41,7
Simulation SUMO	8,5
Calcul des puissances sonores	20,9
Calcul des niveaux en façade	26,4
Total	97,6

Le résultat est une carte dynamique dont nous présentons un extrait relatif à 20 heures dans la Figure 26. Dans les Figures 27 et 28 suivantes, nous présentons le détail de la zone Nord de Marina di Pisa relatif à 3 heures et à 20 heures.

Marittimo-IT FR-Maritime

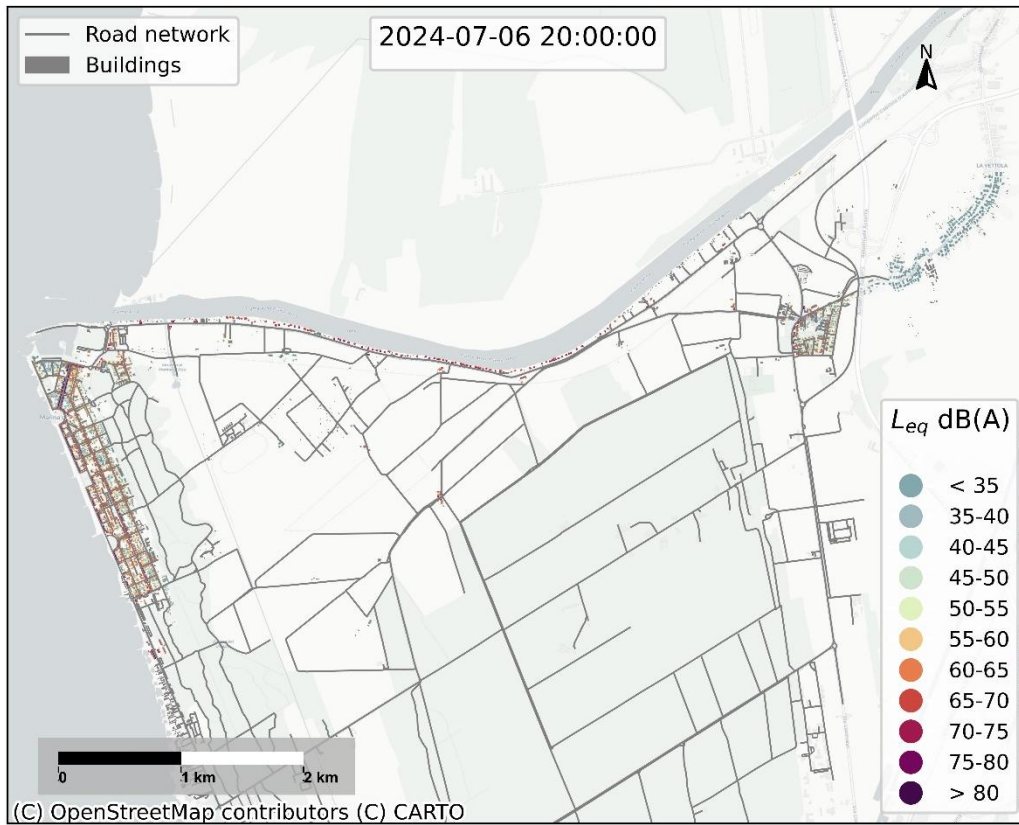


Figure 26 Carte de l'exposition en façade relative à l'ensemble de la zone d'étude, de 20:00 à 21:00.

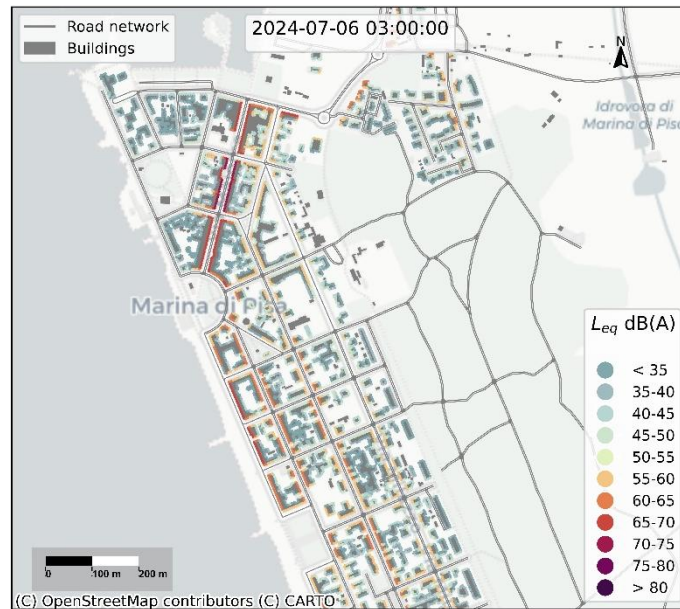


Figure 27 Carte de l'exposition au bruit, Marina di Pisa, de 03:00 à 04:00

Marittimo-IT FR-Maritime

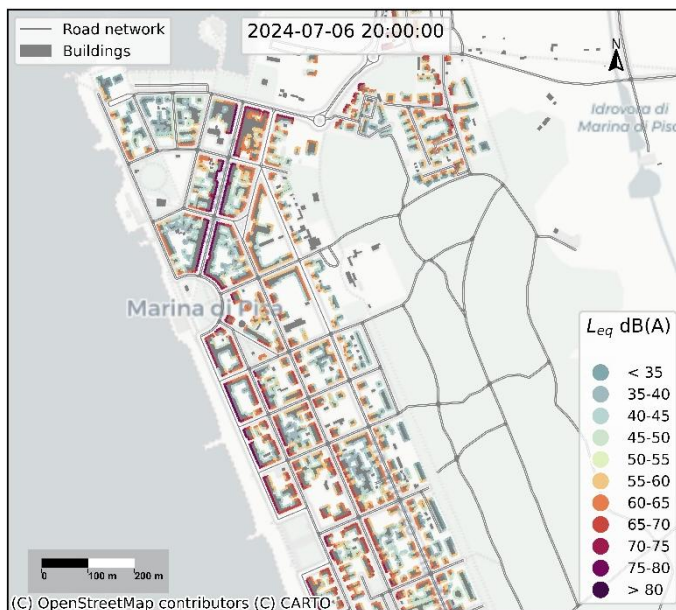


Figure 28 Carte de l'exposition au bruit, Marina di Pisa, de 20:00 à 21:00.

Marittimo-IT FR-Maritime

Porto Torres

Description du site

Étude préliminaire

L'activité d'étude préparatoire du site de Marina di Porto Torres menée par l'ARPAT a commencé par la collecte des données cartographiques. Les données territoriales suivantes ont été recueillies (Figure 29) :

- zones administratives ;
- bâtiments ;
- réseau routier (OSM et région Toscane);
- plan communal de classification acoustique;
- modèle numérique de terrain (DTM).

Sur la base des données recueillies, un modèle préliminaire de la zone pilote a été réalisé dans SUMO, permettant l'exécution d'une première simulation avec des trafics aléatoires. Un extrait du modèle est présenté dans la Figure 30.



Figure 29 Modèle SIG de la ville de Porto Torres

Marittimo-IT FR-Maritime

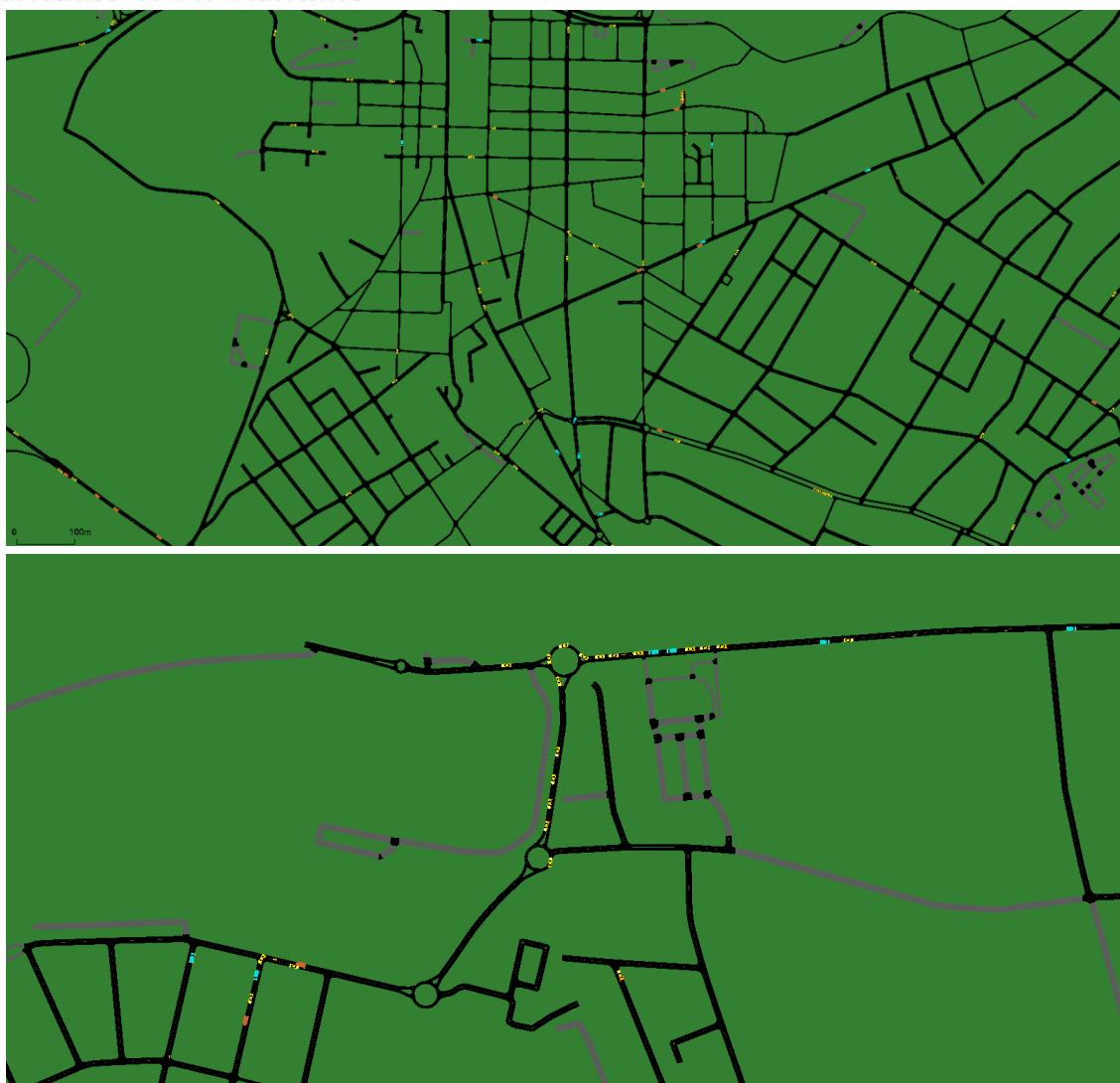


Figure 30 Extraits du modèle de trafic de la commune de Porto Torres réalisé dans SUMO.

À la suite des campagnes de surveillance qui seront menées prochainement, il sera possible de reproduire l'activité décrite pour Marina di Pisa également sur le site de Porto Torres.