



# Progetto L.I.S.T. PORT

## Limitazione Inquinamento Sonoro da Traffico nei Porti commerciali

**Componente**                    **T2: Studi finalizzati alla elaborazione dei modelli di simulazione trasporti/ambiente**

**Attività**                        **T2.4: Realizzazione della piattaforma integrata di gestione sistema ITS**

**Prodotto**                      **T2.4.1: Sistema integrato ITS intelligente**

**Luogo e data :**                **Cagliari novembre 2021**

<b>SOGGETTO RESPONSABILE DELLA STESURA DEL DOCUMENTO</b>		<b>Prof. Ing. Paolo Fadda Ing. Federico Sollai</b>	
<b>RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO</b>		<b>Prof. Ing. Paolo Fadda</b>	
<b>RESPONSABILE TECNICO DEL PROGETTO</b>		<b>Ing. Federico Sollai</b>	
<b>ESTENSORI DEL DOCUMENTO</b>		<b>Ing. Federico Sollai</b>	
<b>Revisione n°</b>	<b>00</b>	<b>Del</b>	<b>Data</b>

## SOMMARIO

1.	SINTESI DEL PROGETTO LIST PORT .....	3
1.1	Il sistema ITS LIST-PORT - Descrizione generale -.....	6
1.2	Piattaforma di interfacciamento dei sistemi PMV, monitoraggio traffico e APP .....	8
1.2.1	Descrizione della piattaforma .....	9
1.2.2	La piattaforma di dialogo tra sistemi .....	11
1.2.2.1	Descrizione del sistema.....	11
1.2.2.2	Funzionalità.....	11
1.2.2.3	Architettura.....	13
1.2.2.4	Tecnologie.....	15
	Indice delle Figure .....	18

## 1. SINTESI DEL PROGETTO LIST PORT

Il rumore generato dalle attività portuali è prevalentemente imputabile a due componenti: le attività portuali interne allo scalo ed il traffico leggero e pesante attratto dal nodo e che transita verso le infrastrutture stradali di collegamento. In particolare le emissioni determinate da traffico stradale non si limitano a quelle emesse all'interno del porto ma, in relazione al traffico di adduzione, sono soprattutto quelle emesse in modo rilevante lungo la rete stradale di ingresso ed attraversamento della città verso gli accessi portuali, con elevati livelli di pressione sonora negli orari di punta di imbarco e sbarco delle navi. La sfida del progetto List-Port è stata quella di individuare, attraverso un approccio comune e di sistema, interventi di mitigazione del rumore generato da tale intensità di traffico attraverso la realizzazione di un sistema integrato Intelligent Transportation System (ITS) di gestione della mobilità, in grado di fornire automaticamente messaggi di info-mobilità capaci di modificare gli itinerari degli utenti, razionalizzando le correnti veicolari, attraverso l'invio di informazioni all'utente sulla base di elaborazioni effettuate con modelli di traffico. Questi modelli, in funzione dei flussi veicolari rilevati istantaneamente, valutano in tempo reale lo stato acustico e ambientale del sistema, e, in caso del superamento dei limiti di impatto, consentono di razionalizzare e riassegnare i flussi sulla rete.

Le tecnologie ITS sono strumenti fondamentali per la pianificazione della mobilità urbana e coadiuvano le pubbliche autorità (PA) nel conseguimento dei loro obiettivi strategici e nella gestione delle concrete operazioni di gestione del traffico, soprattutto nell'affrontare le dirette problematiche che il traffico determina sul benessere e sull'inquinamento ambientale. La gestione integrata e sistemica di questi strumenti permette una gestione coordinata delle reti stradali e facilita l'attuazione di regimi integrati di logistica urbana e di accesso regolamentato, soprattutto finalizzato alla riduzione della pressione dell'inquinamento ambientale ed acustico nei confronti delle città, in particolare per quelle dove la presenza dei nodi portuali accentuano l'attrazione di traffico sia leggero che commerciale. I risultati della sperimentazione del sistema ITS permettono di determinare il livello di riposta alla risoluzione del problema dell'inquinamento acustico, mettendo in luce anche i livelli di usabilità del sistema da parte degli operatori della PA addetti alla gestione, e degli utenti che viceversa lo utilizzano (utenti attratti e generati dal nodo portuale). L'architettura e gli aspetti tecnico scientifici del sistema LIST PORT sono stati ideati secondo un approccio con carattere sperimentale, scientifico e tecnologico aperto in grado di favorirne il successivo sviluppo e applicazione in altri contesti.

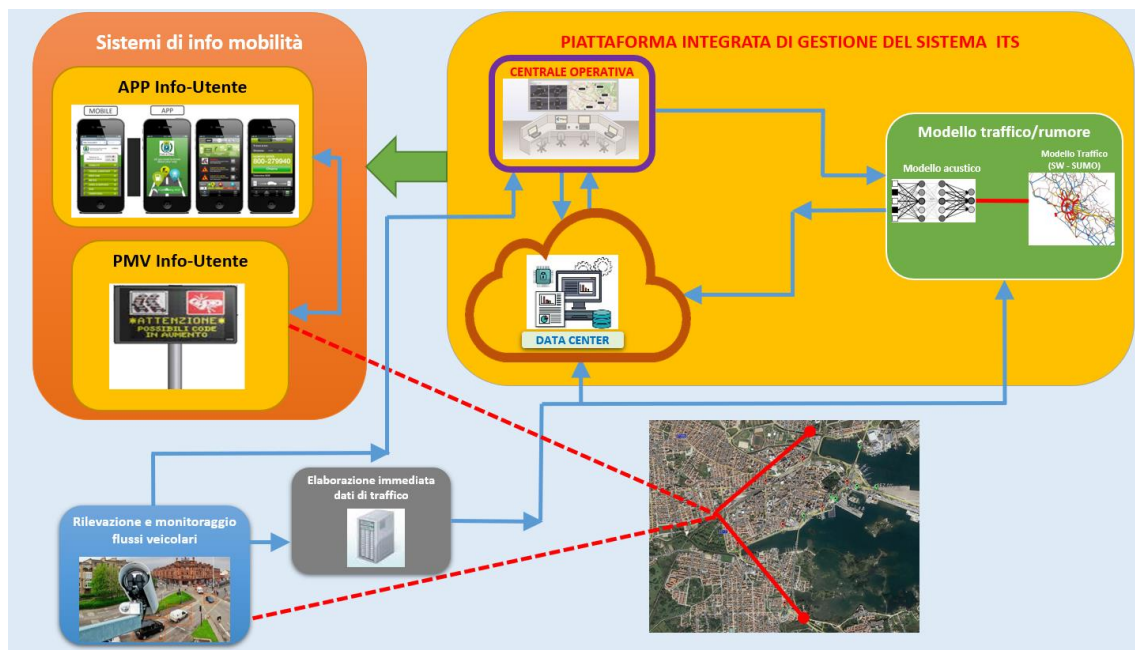
La fase propedeutica dell'applicazione è stata rivolta al monitoraggio dei livelli di traffico e di rumore nei porti e nelle principali arterie viarie; a tale attività è seguita la parte della modellizzazione delle reti stradali con il software SUMO (Simulation of Urban MObility), al fine di disporre di un modello virtuale in grado di simulare nuovi scenari di. Inoltre è stata sviluppata una parte di caratterizzazione acustica con l'obiettivo di definire il clima acustico ambientale delle città pilota ed individuare, per le diverse fasce della giornata,

quali fossero le zone ed i punti sensibili maggiormente sottoposti a livelli di pressione acustica sopra soglia.

Valutate le criticità e confrontate con i livelli di pressione acustica nei punti sensibili della rete, sono state individuate soluzioni alternative di percorrenza e/o di accesso ai porti, da introdurre attraverso l'uso di sistemi ITS basati su piattaforme di info-mobilità (PMV o APP) in grado sia di fornire informazioni ai conducenti in tempo reale su itinerari alternativi sia di creare blocchi su alcuni assi stradali accompagnati dalla indicazione di presenza di situazioni di congestione. La piattaforma ITS del progetto LIST-PORT, in funzione dei dati di input di traffico rilevati in tempo reale provenienti dal sistema di monitoraggio del traffico veicolare e della elaborazione successiva attraverso il modello simulativo-previsionale trasporti-rumore, è in grado di gestire in forma automatica, integrata e simultanea i messaggi e le informazioni di info-mobilità da inviare agli utenti (automobilisti). I messaggi inoltrati, in funzione del sistema con il quale vengono inoltrati o processati sono di due tipologie:

- **di prossimità** attraverso pannelli a messaggio variabile (PMV) posti lungo gli itinerari che conducono al porto e quelli che invece consentono l'uscita dallo stesso verso le destinazioni finale;
- **di informazione-pianificazione del viaggio** attraverso APP da installare sui dispositivi mobili (smartphone, tablet, o altri device mobili collegati alla rete internet), che permettono, prima dell'inizio del viaggio o comunque prima dell'immissione del veicolo nella rete stradale cittadina che conduce al nodo portuale, di conoscere lo stato di congestione degli itinerari, il livello di emissione acustica con l'indicazione di eventuali criticità. Ciò al fine di pianificare in modo consapevole il viaggio e gli itinerari possibili,

Entrambi i sistemi hanno la funzione di far modificare gli itinerari degli utenti diretti alle porte di accesso al porto e di quelli in uscita da esso, oltre che generare informazioni ed definire itinerari alternativi per gli utenti in transito sulla viabilità del waterfront portuale con il fine di ridurre l'impatto acustico attraverso una redistribuzione sulla rete stradale del traffico veicolare.



**Figura 1: L'architettura del sistema ITS LIST-PORT**

Nella Figura 1: L'architettura del sistema ITS LIST-PORT è rappresentata l'architettura del sistema ITS LIST-PORT, in cui è schematizzata la dinamica del flusso di informazioni dell'interno del sistema.

Con l'azione di valutazione ex post, attraverso una campagna di monitoraggio simultaneo traffico/rumore, viene misurata l'entità della diminuzione di traffico e di pressione sonora a seguito dell'introduzione del sistema ITS LIST-PORT. I beneficiari finali saranno i residenti ed i visitatori nelle città portuali, mentre quelli di secondo livello saranno gli operatori portuali che potranno contare su una gestione ottimale degli accessi al porto e di una più efficace gestione del traffico interno. Il progetto, nello spirito dei programmi Interreg IT-FR, si fonda su un approccio transfrontaliero, dove i risultati ottenuti nelle sperimentazioni nelle quattro città pilota, verranno valutati e confrontati rispetto alle diverse conformazioni urbane, orografiche e territoriali, per definire una standardizzazione metodologica e modellistica e la loro successiva replicabilità in altri contesti portuali. Il progetto è innovativo sia sui contenuti che sul metodo: sui contenuti, perché si affronta il tema della gestione del traffico mediante sistemi ITS integrati e connessi fra loro; sul metodo, in quanto tale problematica viene affrontata congiuntamente per l'ambito sia portuale che urbano

Con LIST-PORT si è cercato di perseguire alcuni degli obiettivi previsti nella direttiva 2002/49/CE, tra i quali: la condivisione di una politica integrata e sinergica di azioni volte alla riduzione dell'inquinamento acustico ed allo sviluppo di buone pratiche in grado di definire un approccio metodologico standardizzato per le diverse città portuali; la definizione di un percorso progettuale che si presti alla scalabilità e replicabilità in altri contesti urbani portuali. Il progetto ha inoltre permesso di perseguire gli obiettivi di: sviluppo di processi di informazione dell'opinione pubblica e del personale portuale sull'entità del rumore ambientale e sui relativi effetti; l'avvio di strategie comuni di lungo periodo finalizzate alla riduzione del numero di cittadini esposti ad elevati valori di rumorosità ambientale. In questo senso aver affrontato il problema attraverso un

confronto transfrontaliero tra diverse città portuali europee, ha permesso di definire quella varietà di esperienze e risultati che sono frutto di una valutazione dell'insieme di criticità appartenenti alle singole città pilota portuali. Con la sperimentazione del modello nelle 4 città portuali esaminate (Olbia, Bastia, Vado Ligure, Piombino), differenti per conformazione, traffico, viabilità, orografia, assetto urbano, è stato possibile definire un processo di generalizzazione che permetterà la replicabilità in altri contesti portuali. Punto di forza dell'approccio è stata la cooperazione transfrontaliera tra i partner di progetto ed il confronto tra diverse città portuali europee. Lo scambio di esperienze su ambiti e contesti urbani/territoriali diversi è stato analizzato anche in funzione della diversa declinazione della normativa europea nei diversi stati e regioni e delle differenti normative e regolamentazioni che si registrano a livello locale, provinciale e regionale, con limiti e classi di rumore spesso molto più articolati rispetto a quelli delle leggi nazionali. Inoltre la diversificazione dei partner ha permesso di definire quella varietà di esperienze e risultati, che consistono nella valutazione dell'insieme delle singole criticità locali volte alla definizione delle azioni di sistema necessarie per affrontare il problema dell'inquinamento acustico/atmosferico nella sua interezza. Affrontare il problema solo a livello locale non avrebbe garantito una sufficiente casistica, necessaria per poter standardizzare il processo e la metodologia di applicazione del modello; inoltre non avrebbe garantito, nella fase di sperimentazione, quella sufficiente gamma di informazioni necessarie per poter validare il modello e renderlo scalabile e replicabile in altre realtà.

Nei successivi paragrafi verranno illustrate brevemente le attività ed i risultati sviluppati all'interno del progetto.

### **1.1 Il sistema ITS LIST-PORT - Descrizione generale -**

Le tecnologie dei sistemi intelligenti di trasporto (ITS) sono strumenti fondamentali per la pianificazione della mobilità urbana e coadiuvano le pubbliche autorità (PA) nel conseguimento dei loro obiettivi strategici e nella gestione delle concrete operazioni di gestione del traffico, soprattutto nell'affrontare le dirette problematiche che il traffico determina sul benessere e sull'inquinamento ambientale. Tali sistemi costituiscono inoltre un ausilio per gli utilizzatori finali, consentendo loro di operare scelte consapevoli in materia di mobilità come l'ottimizzazione dell'uso dell'infrastruttura esistente mediante una serie di mezzi, quali segnali stradali, sistemi di pianificazione degli itinerari o sistemi cooperativi (compresi i sistemi di comunicazione da veicolo a veicolo e da veicolo a infrastruttura). L'integrazione di questi strumenti secondo una logica sistemica garantisce una migliore gestione delle reti stradali e del trasporto pubblico oltre a facilitare l'attuazione di regimi integrati di logistica urbana e di accesso regolamentato, soprattutto se finalizzato alla riduzione della pressione dell'inquinamento ambientale ed acustico nei confronti delle città, in particolare per quelle dove la presenza dei nodi portuali accentua l'attrazione di traffico sia leggero che pesante.

Definito il contesto, i sistemi ITS previsti nella componente nel progetto LIST-PORT, sono stati sviluppati secondo un processo ed una architettura dei sistemi tali da poterli facilmente implementare ed utilizzare anche dopo la conclusione del progetto. Uno degli aspetti che li caratterizza è proprio la loro funzionalità ed autonomia gestionale che

permane oltre la conclusione del progetto. Infatti terminata la fase di sperimentazione del sistema, la gestione e le successive implementazioni saranno a carico delle PA partner beneficiarie del progetto (Città e Autorità Portuali di Olbia, Vado Ligure, Piombino e Bastia), che, vista l'attività formativa prevista, saranno in grado di gestire autonomamente il sistema.

Al termine della installazione ed implementazione dei sistemi nelle quattro città portuali pilota è stata prevista una fase di sperimentazione del sistema, con ulteriori rilevazioni acustiche coordinate con quelle di traffico necessarie per valutare l'efficacia e la risposta dei sistemi ITS agli obiettivi del progetto, oltre a valutare i livelli di usabilità del sistema da parte degli operatori della PA addetti alla gestione e degli utenti che, viceversa, lo utilizzano (utenti attratti e generati dal nodo portuale).

I moduli del sistema ITS LIST-PORT sono stati concepiti nel rispetto della Direttiva 2010/40/UE riguardante il quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e sue interfacce con altri modi di trasporto, del Regolamento delegato n. 886/2013. In particolare nel rispetto delle indicazioni che stabiliscono le specifiche atte ad assicurare la compatibilità, interoperabilità e continuità nell'attivazione e nell'operatività dei dati e delle procedure per la comunicazione gratuita agli utenti, di informazioni minime universali sulla viabilità connesse alla sicurezza stradale. Si è operato inoltre nel rispetto della direttiva 2003/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa al riutilizzo dell'informazione del settore pubblico finalizzate alla diffusione gratuita e semplice delle informazioni o dati in possesso degli enti pubblici.

I sistemi sviluppati potranno successivamente essere ulteriormente potenziati e migliorati grazie all'architettura "aperta" del sistema e per la configurazione della piattaforma, la quale è stata realizzata in modo da poter interoperare con altri sistemi ITS, o più in generale utilizzare ulteriori dati e rilevazioni sulla mobilità di persone, di veicoli privati e di sistemi di trasporto pubblico provenienti da altri sistemi. In questo senso potrebbe ampliarsi la gamma dei servizi offerti e la platea dei potenziali utenti/utilizzatori beneficiari finali rispetto a quelli specifici coinvolti durante lo sviluppo e la sperimentazione del progetto. Il sistema è inoltre facilmente scalabile su diverse realtà territoriali che siano poste al di fuori dell'area di cooperazione, oltretutto disporre di una architettura aperta, espandibile, e soprattutto sviluppata per elaborare dati e informazioni "open" provenienti da diverse stazioni della PA, come da quelle di altri sistemi ITS strutturati secondo una architettura aperta e che utilizzano gli open data

Il sistema integrato ITS LIST-PORT garantisce la replicabilità e scalabilità in altri contesti che siano esterni a quelli di progetto, perché rispetta i seguenti requisiti e principi:

- a) fornisce supporto ai problemi del trasporto stradale, quali la congestione del traffico, le emissioni inquinanti, ed indirettamente all'efficienza energetica e alla sicurezza degli utenti della strada;
- b) assicura l'interoperabilità; infatti i sistemi di gestione e funzionamento garantiscono la capacità di condivisione delle informazioni e dei dati per essere facilmente implementabili, integrabili, espandibili e scalabili in altre realtà differenti senza particolari difficoltà, se non quelle legate alle implementazioni delle specifiche informazioni che caratterizzano il contesto nel quale viene applicato. (dati informativi

e descrittivi del sistema trasportistico, e scenari di riassetto dello stesso sistema in funzione alle criticità rilevate);

- c) promuove, attraverso i sistemi ITS di LIST PORT, la parità di accesso alle informazioni e la non discriminazione nei confronti delle categorie deboli e svantaggiate,
- d) offre dei livelli di qualità e diffusione dei servizi elevato, perché è facilmente implementabile e scalabile per essere in grado di tener conto delle specificità locali, regionali e nazionali;
- e) è concepito per essere integrabile con altre tecnologie già disponibili nelle reti e nei sistemi ITS esistenti;
- f) garantisce la retro-compatibilità delle soluzioni adottate, ed assicura la capacità di operare con i sistemi ITS esistenti e che abbiano finalità comuni o simili.

Unitamente a tali criteri per conseguire l'efficienza, la razionalizzazione e l'economicità di impiego, i prodotti di base del sistema LIST-PORT sono stati creati per essere messi a disposizione anche delle PA esterne all'area di cooperazione. Per conseguire tali finalità il progetto risponde alle seguenti linee di azione:

- a) alla esplicazione dettagliata dell'architettura e degli elementi indispensabili per sviluppare, ampliare, mantenere e gestire la piattaforma.
- b) alla disponibilità libera dei modelli di riferimento e degli standard tecnici di progettazione del sistema, allo scopo di favorire e conseguire l'interoperabilità e la coerenza del sistema ITS LIST-PORT con quelli disponibili negli Stati transfrontalieri e con gli analoghi sistemi in ambito comunitario;
- c) alla disponibilità di Database per l'alimentazione del sistema ITS List Port interoperabili e facilmente accessibili secondo gli standard europei dell'open data
- d) alla versatilità dell'architettura del sistema capace in futuro di alimentarsi con dati provenienti da geolocalizzazioni dei veicoli del sistema satellitare EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) e GALILEO per i servizi di navigazione satellitare di supporto al trasporto delle persone e delle merci.

Occorre inoltre evidenziare come la formazione all'utilizzo del sistema ITS LIST PORT rivolta agli operatori della PA, sia essa stessa garanzia della sostenibilità nel tempo dei risultati della componente, in quanto il sistema nasce come progetto sperimentale pilota, ma vuole essere la prima azione finalizzata al suo successivo sviluppo ed implementazione, sia nel numero di apparecchiature e sistemi installati sia sulla successiva interoperabilità con altri sistemi ITS di gestione del traffico come i varchi di accesso portuali.

## **1.2 Piattaforma di interfacciamento dei sistemi PMV, monitoraggio traffico e APP**

La "piattaforma software/applicativo", in lingua italiana e francese, consente di mettere in comunicazione il sistema di INFO-Mobilità con postazioni a messaggio variabile (PMV) e monitoraggio del traffico e la APP List Port, attraverso l'invio di "input" di instradamento dei veicoli in funzione di livelli-soglia di pressione acustica valutati attraverso l'implementazione dell'applicazione del modello Harmonoise o della metodologia CNOSSOS-EU. Entrambi i sistemi da interfacciare sono destinati all'instradamento dei



veicoli diretti in uscita dal porto delle città portuali pilota di Olbia, Bastia, Vado Ligure e Piombino.

### 1.2.1 Descrizione della piattaforma

La “piattaforma o software/applicativo” consente di mettere in comunicazione la APP e il sistema di INFO-Mobilità con i PMV (cfr Figura 2), attraverso l’invio di “input” ai due sistemi quando il livello di emissione di rumore generato dal traffico supera una certa soglia. Gli input, consistenti nell’invio di informazioni sul superamento delle soglie critiche di emissione sonora, attivano gli scenari di traffico (prestabili e definiti per le singole città portuali Pilota (Bastia, Vado Ligure, Olbia, Piombino) sia sui PMV (informazioni di prossimità) sia sulla App (pianificazione del viaggio). Il modulo di valutazione delle emissioni acustiche, in funzione dei dati di traffico rilevati con le telecamere o radar recorder dovrà elaborare tali dati di traffico e valutare, oltre al livello di congestione stradale, il livello di emissione sonora da esso generato.

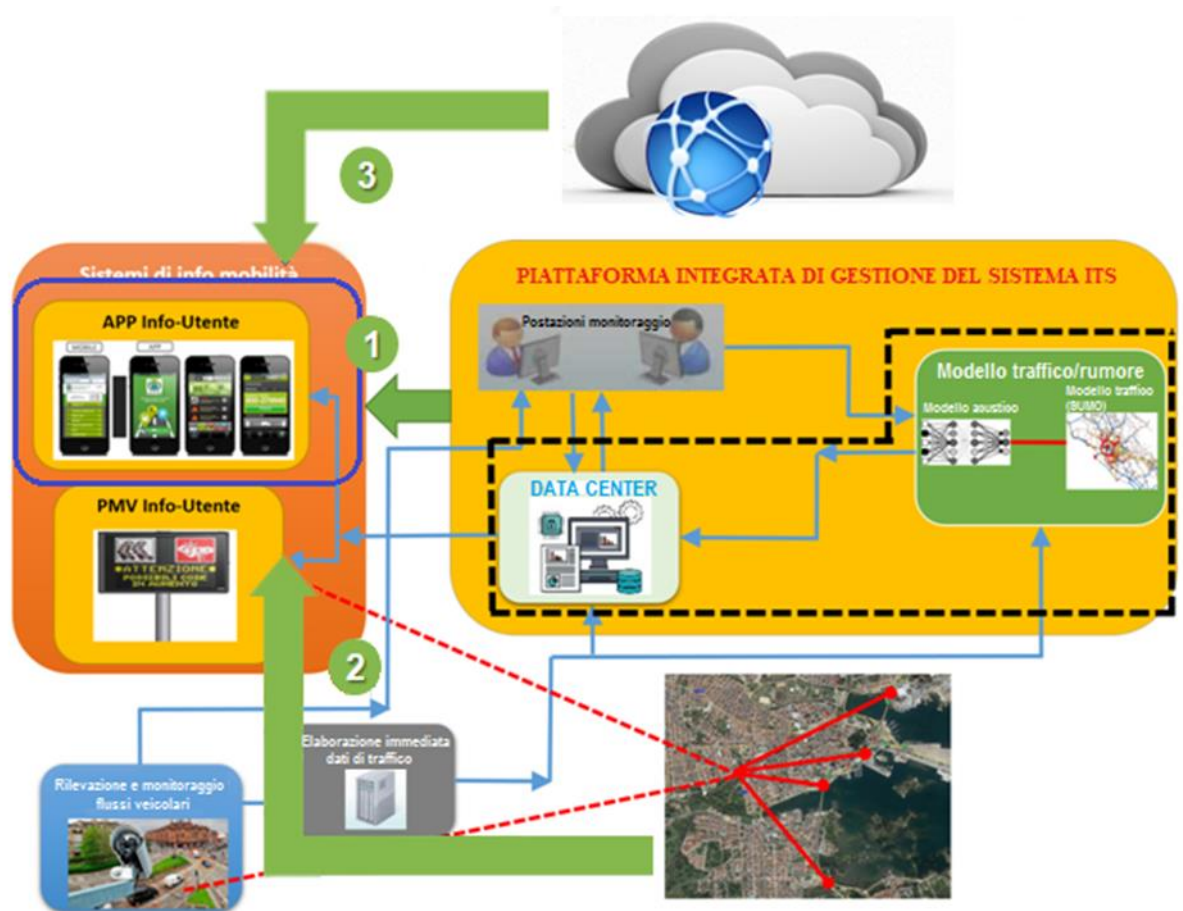


Figura 2: Integrazione della app con il sistema ITS dei PMV

La “piattaforma software/applicativo” è integrata con un sottomodulo per la determinazione delle emissioni acustiche da traffico veicolare. La piattaforma applicativo inoltre basa le strategie di indirizzamento degli utenti non solo sulle attuali condizioni di

congestione ma anche sulle emissioni acustiche che i livelli di traffico determinano. In particolare, per la determinazione degli scenari di instradamento, le emissioni acustiche da traffico veicolare vengono confrontate con i valori limite stabiliti dalla normativa. Al superamento dei valori limite, i veicoli verranno opportunamente indirizzati verso itinerari alternativi.

Per la determinazione delle emissioni acustiche sono stati utilizzati i descrittori acustici  $L_{den}$ ,  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  e  $L_{night}$  definiti nella *Environmental Noise Directive* (Direttiva 2002/49/CE), e, per quanto riguarda l'Italia, nel D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194 (aggiornato dal D.Lgs. 42/2017), e della specifica normativa francese nel caso della città Portuale Pilota di Bastia. Per l'Italia, sono stati fissati i soli valori limite per  $L_{day}$  e  $L_{night}$ ; tali valori limite sono riportati nel DPCM 14/11/1997.

Sono considerate le sole emissioni acustiche e non anche le immissioni acustiche.

Il calcolo delle emissioni acustiche è stato sviluppato mediante un'applicazione del modello Harmonoise e della metodologia CNOSSOS-EU (stabilita dalla normativa).

Il modello Harmonoise utilizzato è descritto nel dettaglio nel rapporto: Nota R., Barelds R., Van Maercke D., 2005. *Harmonoise WP 3 Engineering method for road traffic and railway noise after validation and fine-tuning*. Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20. Harmonoise project consortium Editions, Brussels.

La metodologia CNOSSOS-EU è descritta nel dettaglio nella Direttiva europea n°996 del 2015: Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, Direttiva (UE) 2015/996 della Commissione, del 19 maggio 2015.

I dati di traffico, in particolare i flussi veicolari distinti per tipologie e per velocità dei veicoli, necessari per il calcolo delle emissioni acustiche, sono forniti dal sistema di monitoraggio del traffico con telecamere, radar recorder laser o spire, previsto nel sistema di Info-Mobilità con PMV, ed a cui la "piattaforma software/applicativo" si interfaccia.

Considerato che il modello Harmonoise e la metodologia CNOSSOS-EU richiedono un numero molto elevato di dati di input, ben maggiori di quelli forniti dalle telecamere sono state apportate le opportune semplificazioni alla metodologia di calcolo.

La "piattaforma software/applicativo", implementa al suo interno il modello per la determinazione delle emissioni acustiche da traffico e si integra sia con la App LIST Port, sia con il sistema di Info-Mobilità con PMV e con sistema di monitoraggio del traffico. Tale "piattaforma software/applicativo" estende la App LIST-PORT, sviluppata univocamente, alle 4 città portuali pilota e con 4 i sistemi di Info-Mobilità con PMV (comprensivi questi ultimi anche del sistema di monitoraggio del traffico). Il sistema è stato realizzato per:

- a) implementare un modulo software/applicativo che codifichi in un modello eseguibile le funzionalità di stima delle emissioni acustiche secondo il modello Harmonoise;
- b) integrare il modulo di stima delle emissioni acustiche nel sistema di back-end della App LIST Port (piattaforma myMaaSemiXer);
- c) integrare nel back-end della App LIST Port (piattaforma myMaaSemiXer) delle funzionalità software necessarie all'estensione dei criteri decisionali di indirizzamento dei flussi veicolari utilizzando le previsioni del modulo di stima delle emissioni acustiche.

- d) Integrare nel back-end del sistema Info-Mobilità con PMV LIST Port (piattaforma myMaaSemiXer) le funzionalità software necessarie all'estensione dei criteri decisionali di indirizzamento dei flussi veicolari utilizzando le previsioni del modulo di stima delle emissioni acustiche.

I criteri e le strategie di indirizzamento dei flussi sulla base delle condizioni di congestione e delle emissioni acustiche da applicare nelle città-porto pilota sono quelle definite nel prodotto T2.2.1 e sono state implementate e integrate nell'applicazione del modello decisionale in maniera coerente con tali criteri e strategie.

## 1.2.2 La piattaforma di dialogo tra sistemi

La piattaforma di dialogo tra la APP ed il sistema di Info-Mobilità con PMV e monitoraggio del traffico è un "software/applicativo" bilingue (italiano e francese), che permette l'invio di "input" di instradamento dei veicoli in funzione di livelli-soglia di pressione acustica.

### 1.2.2.1 Descrizione del sistema

Il software/applicativo consente:

- l'interfacciamento tra il sistema di infomobilità LIST PORT, basato su vari tipi di sensori e Pannelli a Messaggio Variabile (PMV) e in fase di realizzazione nei siti pilota del progetto – Olbia, Bastia, Piombino e Vado Ligure - e la App LIST PORT, anch'essa in fase di realizzazione, finalizzata a fornire un ausilio ai viaggiatori da e per i terminal portuali dei siti;
- l'estensione e potenziamento del sistema decisionale per l'instradamento dei flussi di traffico in accesso a / uscita dalle aree portuali di cui sopra, tramite implementazione e uso, nell'ambito degli algoritmi decisionali, di un modello di stima dei livelli di inquinamento acustico generati dai flussi di traffico nell'area basata sulla modellistica / metodologia Harmonoise o CNOSSOS-EU

### 1.2.2.2 Funzionalità

Il sistema realizzato possiede le seguenti funzionalità e servizi principali:

- Modulo per la stima delle emissioni acustiche.** Questa funzionalità sarà realizzata tramite implementazione di un'applicazione eseguibile del modello Harmonoise<sup>1</sup> o metodologia CNOSSOS-EU<sup>2</sup> per la stima delle emissioni acustiche dei flussi veicolari. Il modulo di stima delle emissioni utilizzerà quali informazioni di input i dati di flusso acquisiti tramite i sensori (TVCC, radar recorder) utilizzati dal sistema di Infomobilità List Port con PMV, e produrrà in output la stima puntuale delle emissioni acustiche (secondo i descrittori previsti dalla normativa Europea<sup>3</sup>, recepita dalle normative nazionali Italiana<sup>4</sup> e Francese – per il caso di Bastia).

<sup>1</sup> Nota R., Barelds R., Van Maercke D., 2005. Harmonoise WP 3 Engineering method for road traffic and railway noise after validation and fine-tuning. Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20. Harmonoise project consortium Editions, Brussels

<sup>2</sup> Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, Direttiva (UE) 2015/996 della Commissione, del 19 maggio 2015

<sup>3</sup> Environmental Noise Directive (Direttiva 2002/49/CE)

<sup>4</sup> D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194 (aggiornato dal D.Lgs. 42/2017)

Questo modulo software applicherà a intervalli regolari il modello di stima delle emissioni acustiche ai dati di flusso acquisiti dal sistema di monitoraggio List Port nelle diverse aree monitorate. Le stime delle emissioni acustiche saranno riferite a rilevazioni puntuali dei flussi veicolari in corrispondenza delle stazioni di misura e segnalamento (PMV) installate nei diversi siti.

Le stime generate in output saranno rese disponibili al modulo decisionale per l'instradamento dei flussi veicolari. Le stime delle emissioni acustiche saranno inoltre memorizzate nel Database del sistema che metterà a disposizione per future elaborazioni (consultazioni, esportazioni, analisi, ecc.) i dati storicizzati.

- 2) **Modello decisionale per l'instradamento dei flussi in funzione delle emissioni acustiche.** Questo modulo consente un'estensione del modello decisionale per l'instradamento dei flussi di traffico veicolare utilizzato dal sistema List Port sulla base di informazioni limitate alla misura dei flussi veicolari introducendo indicazioni di instradamento basate su criteri di valutazione degli impatti acustici stimati per i flussi monitorati. Complessivamente, il modello decisionale è basato su:
- I. le stime delle emissioni acustiche generate in corrispondenza delle postazioni di rilevamento del traffico,
  - II. un sistema di soglie di riferimento per la valutazione dei livelli di inquinamento acustico, definito in conformità alla normativa nazionale<sup>5</sup>,
  - III. un insieme di scenari di instradamento, definiti dal Committente per i punti nevralgici della rete monitorata, basati sui livelli di inquinamento acustico stimato e sulle soglie di riferimento prescritte dalla normativa e finalizzati ad obiettivi di riduzione del rumore da traffico nelle aree obiettivo del progetto List Port.

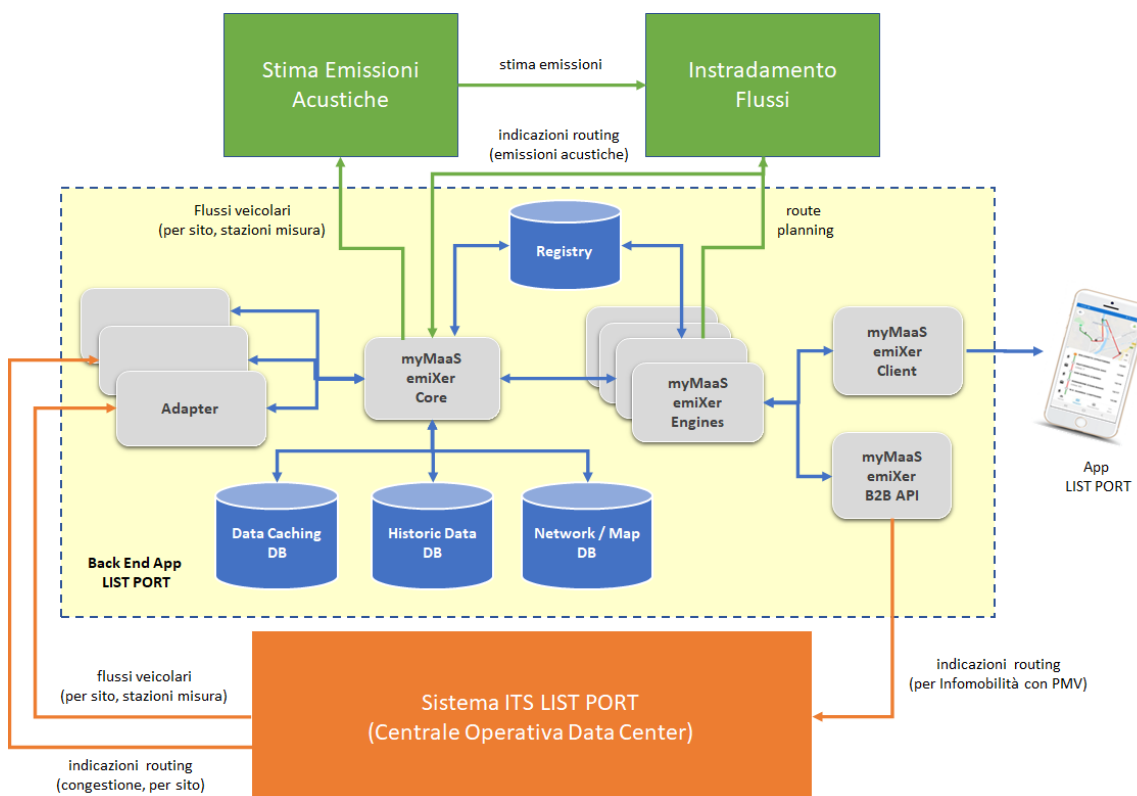
Questo modulo software valuta a intervalli regolari le stime delle emissioni acustiche nei punti monitorati ponendoli in relazione alle soglie di riferimento, e determinerà, in relazione agli scenari di instradamento, le indicazioni di direzione opportune. Tali indicazioni sono rese disponibili al sistema decisionale implementato nella Centrale Operativa Data Center del sistema ITS LIST PORT che le utilizza congiuntamente ai criteri di instradamento basati sulla valutazione dei livelli di congestione per elaborare le indicazioni di instradamento finali da esporre agli utenti tramite i canali di comunicazione del sistema LIST PORT (Sistema di Infomobilità List Port con PMV e App di infomobilità).

- 3) **Interfacce** per l'integrazione/interoperabilità dei moduli software 1) e 2) con (a) il server della Centrale Operativa Data Center ITS LIST PORT e (b) la piattaforma di back end della App LIST PORT.
- 4) **Application Programming Interface (API)** per l'esposizione delle nuove informazioni / servizi per consentirne la fruizione da parte della **App LIST PORT.**
- 5) **Application Programming Interface (API)** per l'esposizione delle nuove informazioni / servizi per consentirne la fruizione da parte del Sistema di Infomobilità **List Port con PMV.**

<sup>5</sup> ad es., per l'Italia i valori limite definiti nel DPCM 14/11/1997 per le diverse fasce orarie

### 1.2.2.3 Architettura

L'architettura del sistema realizzato è avvenuta tramite sviluppi di componenti software ex-novo e adattamento della piattaforma myMaaS emiXer,. La Figura 3 mostra l'architettura complessiva (high level) dei componenti software del sistema nel contesto delle altre componenti dell'architettura LIST PORT.



**Figura 3: Architettura (high level) della fornitura**

I due moduli funzionali precedentemente delineati sono integrati con la piattaforma di Back End della App LIST PORT, sede di tutte le principali elaborazioni che alimentano i servizi per gli utenti finali erogati dall'App.

Il sistema di Back End è stato realizzato utilizzando la piattaforma myMaaS emiXer, quale infrastruttura abilitante per l'integrazione, elaborazione, distribuzione e fruizione di servizi e informazioni in tempo reale sul traffico e la mobilità intermodale.

La piattaforma myMaaS emiXer comprende diverse componenti principali:

- **myMaaS eMIXER Core:** guida il processo di acquisizione e normalizzazione dei dati da servizi ITS esterni attraverso Data Adapters, in base ai profili di servizio memorizzati in un Registry;
- **myMaaS eMIXER Engines:** un insieme di "motori applicativi" ciascuno dei quali fornisce una funzionalità specifica, tra cui pianificazione del percorso, elaborazione dei dati di traffico, elaborazione del feedback degli utenti, ecc.;
- **myMaaS eMIXER Clients:** abilita la fornitura di servizi e informazioni all'utente finale e all'operatore tramite un'ampia gamma di canali e dispositivi;

- **Data Adapters:** operano la trasformazione di dati e servizi forniti da fonti esterne in modelli integrati in myMaaS eMIXER basati su standard ITS;
- **API (Application Programming Interface) B2B:** offre un livello di accesso applicativo ai servizi myMaaS eMIXER per applicazioni terze, abilitando l'utilizzo di informazioni e servizi myMaaS eMIXER da parte di sistemi e servizi esterni.

I principali flussi di interazione tra le componenti dell'architettura sono sintetizzati nella tabella seguente.

Sottosistema/Modulo	interazione con	input	output	metodo/tecnologia
<b>Centrale Operativa ITS LIST PORT</b>	Back End App List Port (Adapter emiXer)		flussi veicolari (portate, velocità, composizione, ...) per ogni stazione di misura in ogni sito	Web Services (da concordare e con
	Back End App List Port (Adapter emiXer)		Strategie di routing basate su livelli congestione (per punti PMV, per	Web Services (da concordare
	Back End App List Port (emiXer B2B API)	indicazioni routing per PMV (basate su stime inquinamento		Web Services (da
<b>Stima Emissioni Acustiche</b>	Back End App List Port (emiXer Core, Map / Network	flussi veicolari (area, stazione misura)		emiXer internal API
	Modulo Instradamento Flussi		stima emissioni ( $L_{den}$ , $L_{day}$ , $L_{night}$ , ...)	metodi C#
<b>Modulo Instradamento Flussi</b>	Back End App List Port (emiXer Core)		Indicazioni routing (basate su stime inquinamento	emiXer internal API
	Back End App List Port (emiXer Engines – route	itinerario con origine o destinazione		emiXer internal API
<b>App LIST PORT</b>	Back End App List Port (emiXer Client)	indicazioni di instradamento altri servizi infomobilità		emiXer internal API REST/JSON

**Figura 4: Principali flussi informativi dell'architettura target**

I principali ruoli svolti dalla piattaforma di Back End dell'App LIST PORT, nell'economia dell'interazione con il sistema della Centrale Operativa ITS LIST PORT (in particolare, con il Back End del sistema di infomobilità con PMV) e dell'integrazione dei nuovi moduli funzionali oggetto della presente fornitura, comprendono:

- **Modulo myMaaS emiXer Core:** orchestrazione dei flussi tra le diverse componenti funzionali costituenti la soluzione integrata; gestione dell'accesso

- e utilizzo alle componenti di persistenza (Network / Map DB, Data Caching DB, Historic Data DB) con selezione dei data services necessari ai nuovi moduli funzionali inclusi nella fornitura (accesso ai dati per area List Port, insieme di stazioni di rilevamento dati, singole stazioni); storicizzazione delle informazioni generate dai nuovi moduli funzionali;
- **Data Adapters:** adattamento dei flussi dati provenienti dalla C.O. (flussi veicolari, strategie di instradamento) nel formato interno utilizzato dall'App di infomobilità;
  - **Modulo myMaaS emiXer Engines:** possibilità di utilizzare il motore di pianificazione dei percorsi (Route Planner) per calcolare gli itinerari verso/da i terminal nelle aree List Port, a complemento delle indicazioni di routing connesse alle strategie gestite dal sistema di infomobilità con PMV (Centrale Operativa ITS LIST PORT);
  - **Modulo myMaaS emiXer B2B API:** interfaccia di programmazione per sistemi esterni, pubblica tramite Web Services i risultati delle elaborazioni dei nuovi moduli funzionali (Stima Emissioni Acustiche, Instradamento Flussi) per utilizzo da parte del sistema di infomobilità con PMV. La API consente completo accesso alle informazioni gestite dalla piattaforma myMaaS emiXer, tramite interfacce con i diversi servizi di infomobilità implementate secondo i principali standard Europei per i sistemi ITS (tra i quali, DATEX II, SIRI, TPEG, VDV, GTFS, OpenLS, ecc.). In funzione di quanto disponibile nei siti List Port (sistemi ITS e servizi di infomobilità terzi) questa componente offre un elemento di rilevante apertura per eventuali ulteriori sviluppi e servizi ad estensione di quanto offerto dall'App LIST PORT.

#### 1.2.2.4 Tecnologie

Le principali tecnologie utilizzate per la realizzazione della “piattaforma/software applicativo” oggetto della presente proposta tecnica sono pienamente compatibili con le tecnologie implementative utilizzate dalla piattaforma abilitante myMaaS emiXer, per garantire la completa interoperabilità delle diverse componenti della soluzione integrata e per garantire i livelli di apertura ed espandibilità della soluzione offerti dalla piattaforma myMaaS emiXer.

Le principali tecnologie e soluzioni architetture utilizzate sono sinteticamente riassunte nel seguito:

- Back End App LIST PORT (myMaaS emiXer)
  - ASP.NET Core
  - Entity Framework Core (garantisce compatibilità diversi DBMS: MS SQL Server, MySQL, PostgreSQL, Oracle)
  - REST Web Services, http, JSON
  - OAuth2
  - Multi tenancy, caricamento dinamico Adapter
- App LIST PORT
  - ambiente cross-platform Xamarin, generazione APK Android e IPA iOS
  - Google maps
  - SQLite

- Entity Framework Core
- Web Front End
  - Vue.js (framework)
  - Leaflet (visualizzazione mappa)
  - Vuetify (tema grafico)
  - Vue-router (navigazione tra le pagine)
  - Vuex (gestione stato delle web app)





# Interreg



UNION EUROPÉENNE  
UNIONE EUROPEA

## MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



UNIVERSITÀ DI PISA



La cooperazione al cuore del Mediterraneo  
La coopération au coeur de la Méditerranée

## Indice delle Figure

Figura 1: L'architettura del sistema ITS LIST-PORT .....	5
Figura 2: Integrazione della app con il sistema ITS dei PMV .....	9
Figura 3: Architettura (high level) della fornitura .....	13
Figura 4: Principali flussi informativi dell'architettura target .....	14