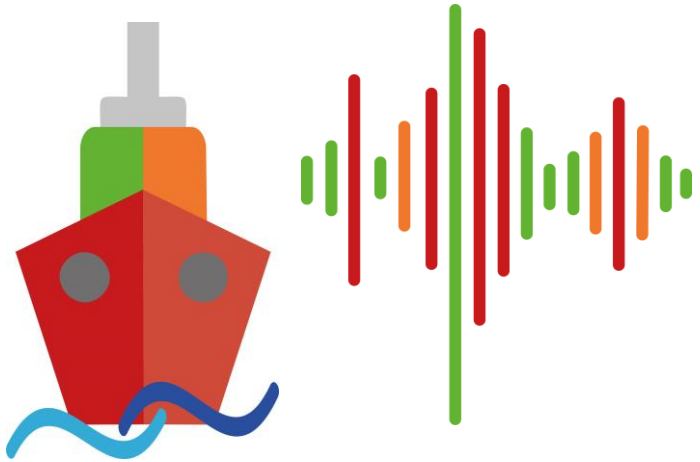
Interreg
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA
Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
LISTPORT



LIMITAZIONE INQUINAMENTO SONORO DA TRAFFICO NEI PORTI COMMERCIALI

L'intelligenza artificiale per la determinazione e controllo del clima acustico nei waterfront delle città marittime. Il caso di Olbia. Risultati sperimentali del primo studio europeo

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

Coordinatore scientifico: Prof. Paolo Fadda - fadda@unica.it

GRUPPO DI LAVORO:

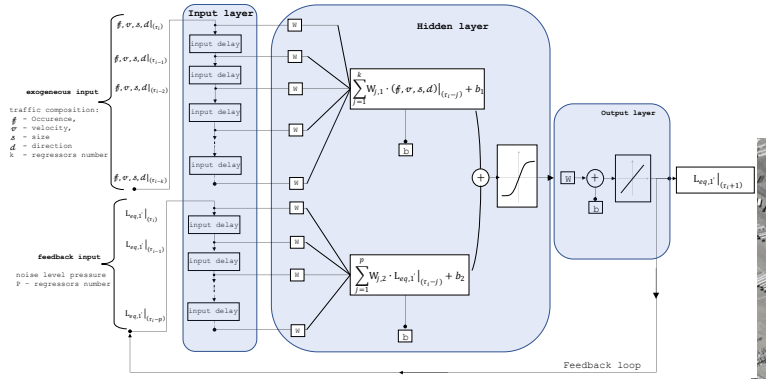
Coordinatore tecnico: Ing. Federico Sollai - fsollai@unica.it

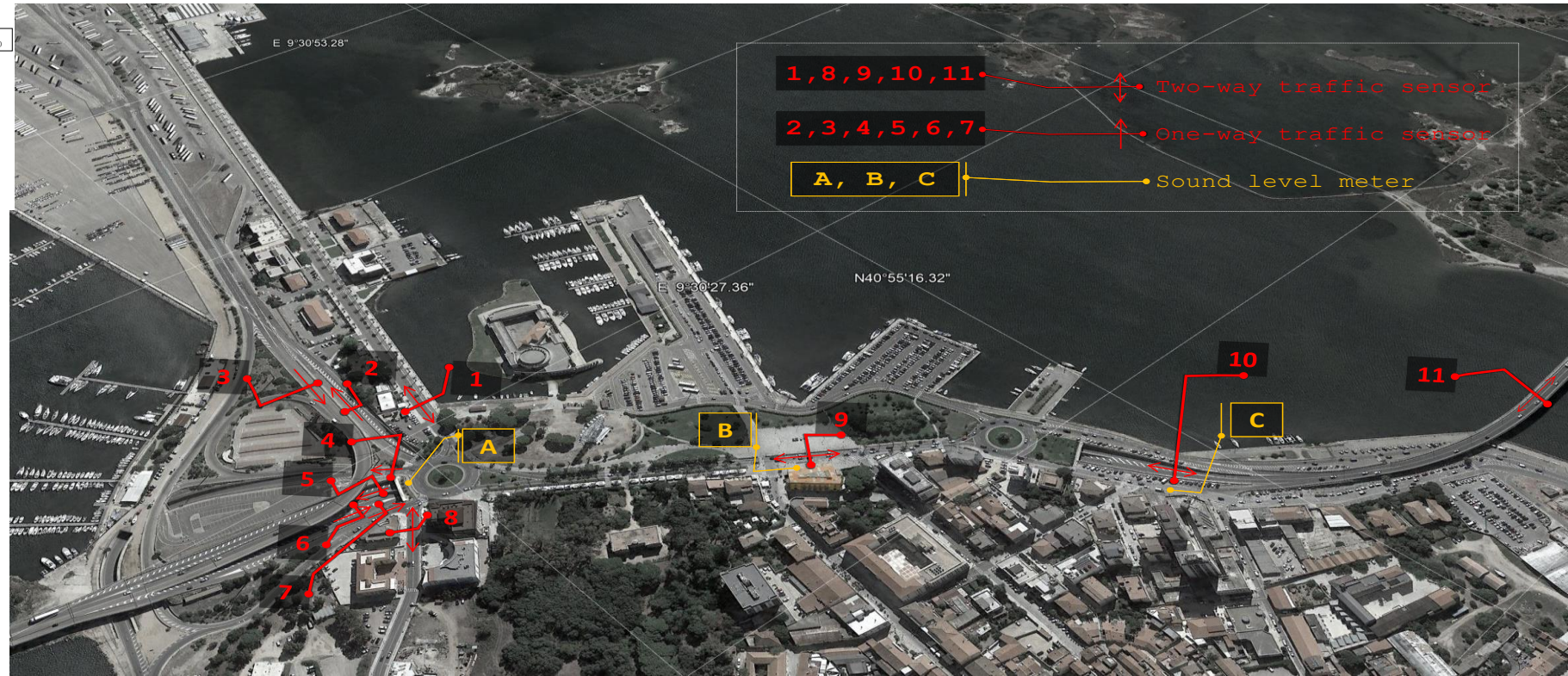
Ing. Roberto Baccoli rbaccoli@unica.it

Ing. Andrea Medda - a.medda@unica.it

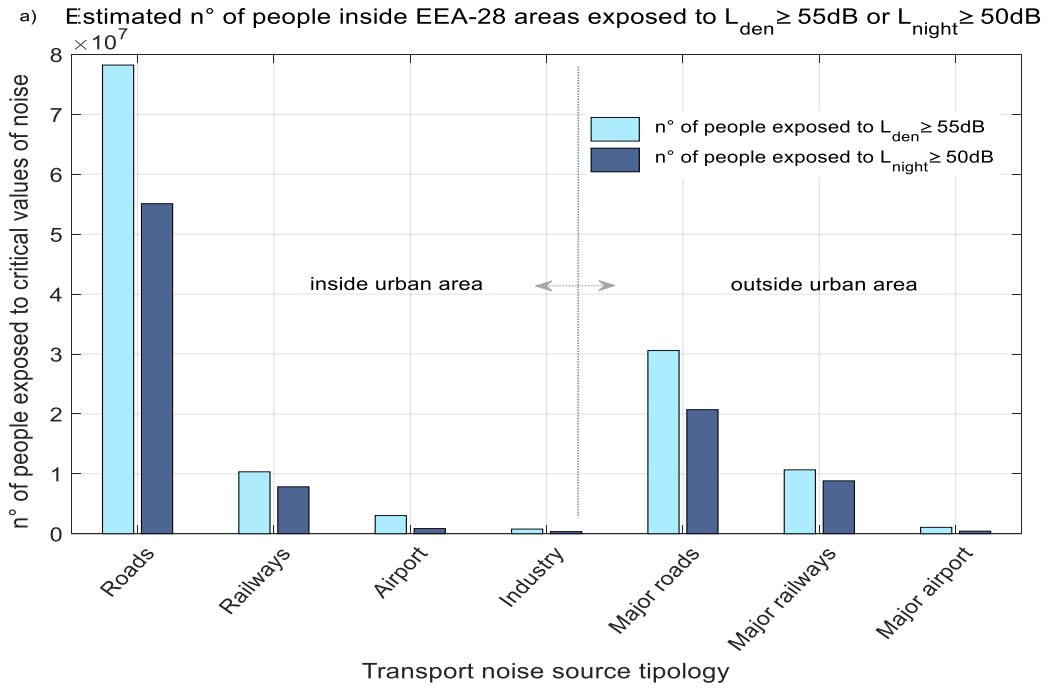
Ing. Luigi Serra - luigi.sserra@gmail.com

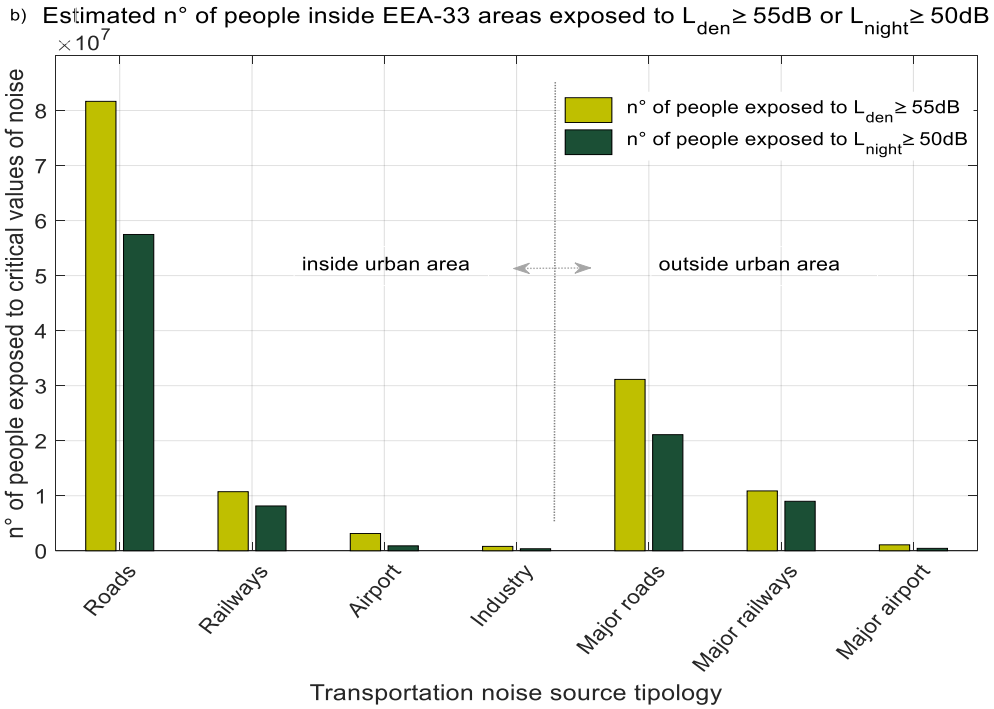
L'intelligenza artificiale per la determinazione e il controllo del clima acustico nei Waterfront delle città marittime. Il caso di Olbia. Risultati sperimentali del primo studio europeo





RUMORE DA TRAFFICO VEICOLARE: ENTITÀ DEL PROBLEMA



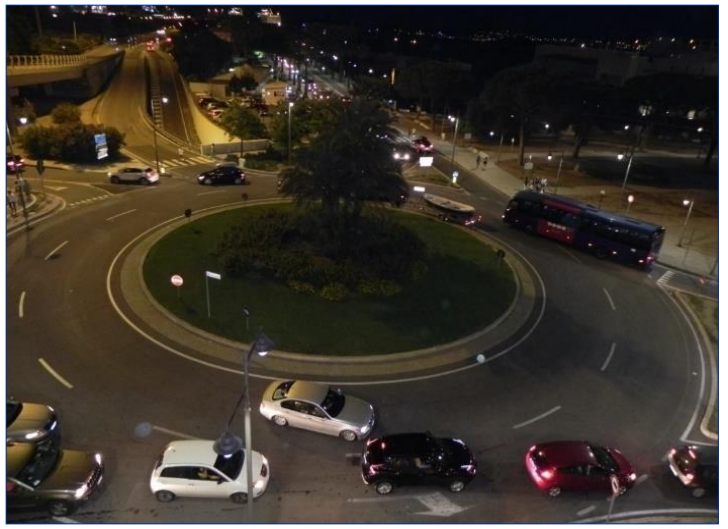


In base agli studi dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di inquinamento acustico delle aree urbane ed extraurbane. In figura si riporta il numero di persone esposte per tipologia di rumore secondo l'indicatore del rumore ambientale $L_{den} \geq 55dB$.

Circa $80x10^6$ persone nell'unione europea sono esposte a valori del livello di pressione sonora del rumore da traffico veicolare superiore al valore limite diurno di 55dB(A) e notturno 50dB(A), stabiliti dalla Direttiva UE 2002/49 / CE e dalla sua recente revisione. Si stima inoltre che 32 milioni di persone sono esposte ad un valore superiore a 65dB(A). Il rumore ha importanti ripercussioni sulla salute delle persone (problemi cardio-circolatori. Ipertensione disturbi del sonno, apprendimento..) riduce sensibilmente la qualità della vita e negativamente influisce sul carattere di vivibilità degli spazi interni ed esterni.

Il problema del rumore nelle città portuali

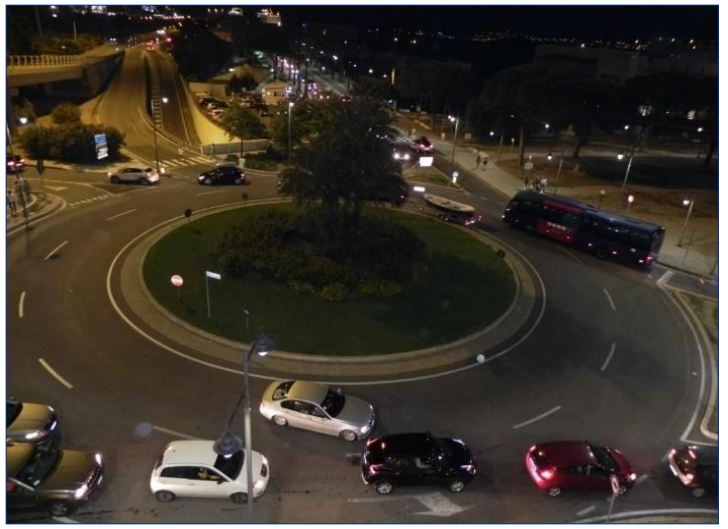
La presenza di un porto urbano espone le aree limitrofe ad un'ampia gamma di variazioni temporali dei volumi di traffico, creando potenzialmente scenari acustici complessi in continua evoluzione, soprattutto nelle destinazioni turistiche, durante l'alta stagione.
Il livello della pressione sonora che si verifica in occasione di certi periodi dell'anno e in certe ore della giornata può raggiungere o anche eccedere i valori limite stabiliti dalle normative in materia ambientale. **Ecco perché alcuni edifici sensibili sono soggetti a valori critici dei livelli di rumore generati da volumi di traffico elevati che sono attratti dai collegamenti stradali con il porto.** Durante l'imbarco e lo sbarco si verificano cambiamenti nell'intensità e nella composizione del flusso veicolare che impattano negativamente sulla vivibilità delle aree del waterfront nonché sull'attrattiva turistica della stessa città nel suo complesso che porta a percepire la linea del lungomare esclusivamente come un'arteria per raggiungere luoghi percepiti più tranquilli.

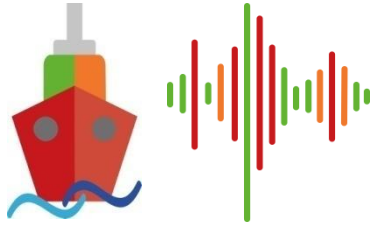


Il problema del rumore nelle città portuali

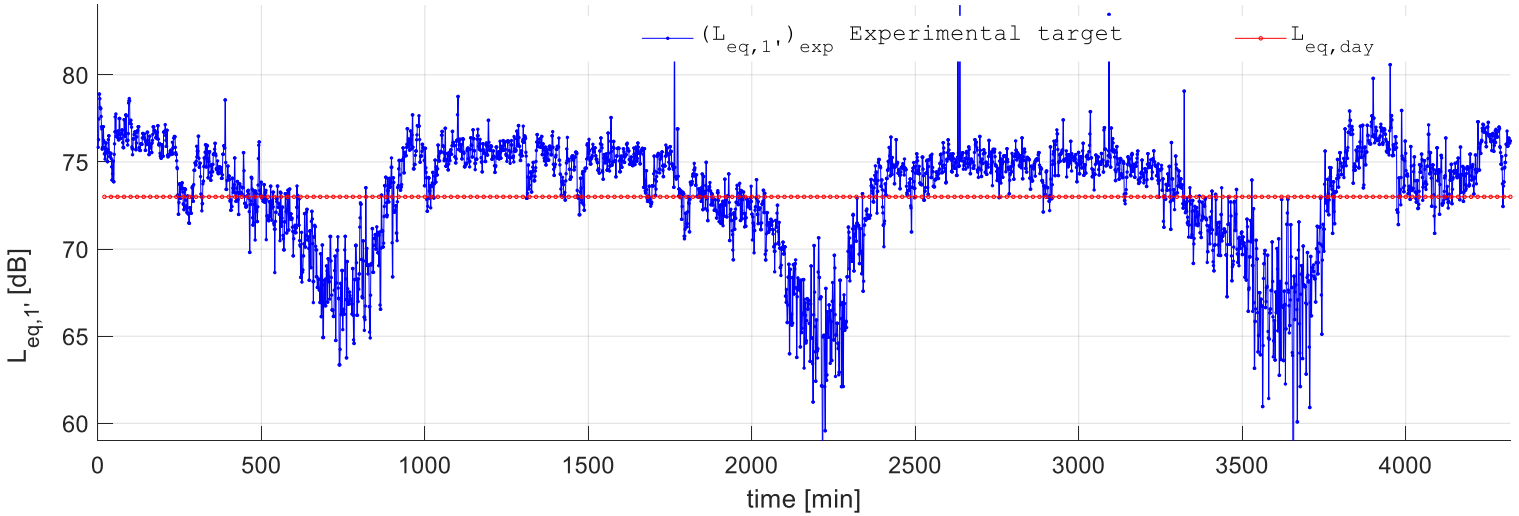
La problematica del rumore generato dalle attività correlabili alla presenza dei porti nelle città marittime è di crescente attualità e interesse da parte delle istituzioni sia a livello nazionale che europeo. Il crescente disagio per il rumore vissuto dai residenti nelle aree limitrofe di un porto si **ripercuote nei termini di una forte opposizione all'espansione dei porti.**

Le normative nazionali e comunitarie non offrono direttive adeguate alla caratterizzazione e al controllo del rumore portuale. Infatti, la direttiva 2002/49 / CE non contiene una sezione specifica, dedicata alla valutazione del rumore portuale, ma il fenomeno del rumore nei porti viene semplicemente inquadrato nella tipologia del rumore industriale. Il problema è complesso in quanto le sorgenti di rumore sono mobili, discontinue nel tempo e di diversa natura. La carenza di conoscenza in questo particolare campo si è spesso tradotta in interventi inadeguati e inefficaci e difficilmente replicabili in diversi contesti portuali.





position "C", peak period: experimental target over the training and test set



Il contesto acustico di riferimento è fortemente influenzato dai flussi di traffico turistico e dalle attività portuali la cui ampia variabilità non può essere facilmente delineata da una caratterizzazione a priori. Vale la pena osservare che i modelli statici per la predizione del rumore da traffico, basati su ipotesi puramente statistiche, non sono del tutto soddisfacenti per estrarre informazioni o per supportare decisioni in tempo reale sulla gestione dinamica del traffico in simili contesti acustici, in cui i livelli di rumore possono subire fluttuazioni significative in scale temporali variabili e non prevedibili. Un modello di simulazione dinamico affidabile offre le potenzialità per supportare i processi decisionali nella gestione del traffico con un raffinamento temporale adeguato in cui la capacità di prevedere gli effetti di diverse strategie di traffico può essere molto utile e decisivo.

Sviluppo del progetto per la città di Olbia

1. Analisi acustica ambientale del waterfront della città di Olbia

2. Rilievi sincronizzati dei livelli di pressione sonora e dei flussi di traffico nei periodi di morbida (Marzo 2019) e di punta (Agosto 2019)

3. Implementazione dei dati sperimentali di rumore e di traffico per la calibrazione di un modello fisico di propagazione di derivazione commerciale per la generazione delle mappe acustiche del waterfront di OLBIA

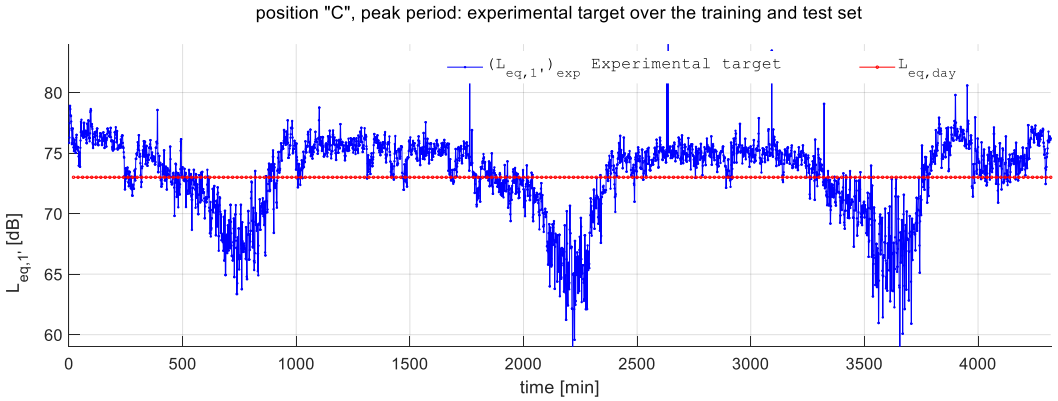
4. Sviluppo di un nuovo modello di predizione del rumore a supporto delle decisioni per strategie di gestione del traffico veicolare.

5 Validazione sperimentale del modello dinamico in altri contesti portuali differenti dalla città porto Olbia

6. Analisi e implementazione dei flussi di traffico sperimentali su un modello software per la generazione di scenari di traffico coerenti con la rete viaria di OLBIA.

7. Definizione di nuovi scenari strategici di traffico realizzati tramite i sistemi di gestione e regolazione ITS e previsione dinamica del conseguente clima acustico sul waterfront di OLBIA che deriva dalle nuove strategie finalizzate alla riduzione del rumore.

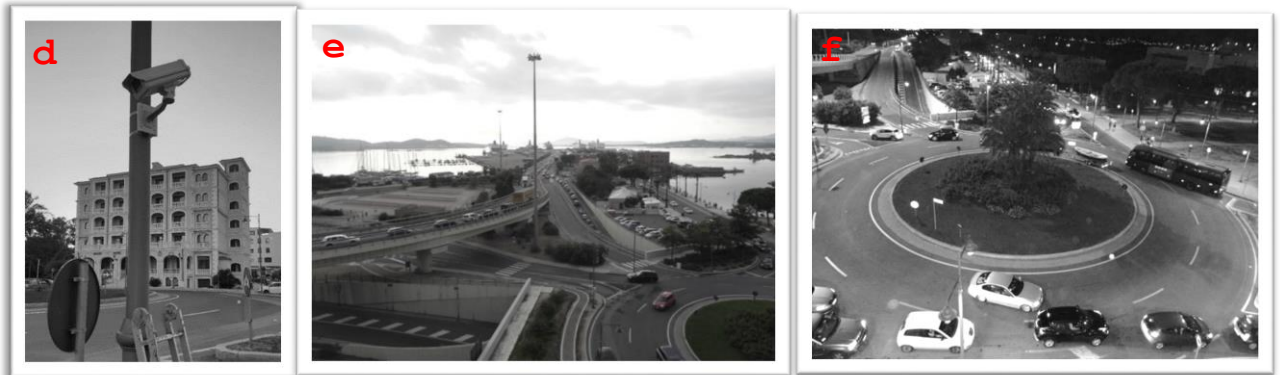
8. Validazione sperimentale del clima acustico conseguente ai nuovi scenari ipotizzati e pilotati dalle azioni di gestione del traffico



La maggior parte dei modelli di rumore da traffico presentati nella letteratura derivano prevalentemente da schemi statistici del traffico veicolare. Si basano sulla regressione lineare e sono orientati a fornire una rappresentazione acustica nel dominio dello spazio piuttosto che nel tempo. Infatti, **la maggior parte dei modelli statici accetta come fonte di dati di input la distribuzione stazionaria (senza tempo) dello scenario della sorgente di rumore e come output genera un'immagine cristallizzata corrispondente nel tempo del campo di rumore nello spazio.**

Il limite dei modelli statici è stato emblematicamente evidenziato da Quartieri e Guarnaccia "*il limite principale dei modelli statistici è che non tengono conto della natura intrinseca aleatoria del flusso di traffico, nel senso che non considerano il comportamento reale dei veicoli ma considerano solo quanti sono. Un modello ideale dovrebbe riprodurre la caratteristica casuale del tipo di traffico, con una ben definita distinzione tra i veicoli (anche in stesse categorie, sia per le condizioni dei veicoli che per gli atteggiamenti dei conduttori) e senza alcuna ipotesi di velocità collettiva* ".

Modelli statici e modelli dinamici



le previsioni del rumore in condizioni di traffico non scorrevole in area urbana come in corrispondenza di incroci segnalati o rotatorie non hanno pieno successo a causa della complessità intrinseca relativa all'influenza stocastica degli eventi associati

Modelli statici e modelli dinamici

La necessità di modelli dinamici è stimolata dall'idea di mettere a punto adeguate azioni di gestione del traffico per ridurre o rimodellare, nel tempo, il livelli di rumore in specifiche aree urbane fortemente esposte al traffico veicolare.

I modelli statici non sono pienamente adeguati per supportare la decisione sulla gestione dinamica del traffico o per rappresentare il livello di rumore nella sua vasta gamma di variabilità che risulta durante le condizioni operative reali di specifici contesti micro urbani.

Valutare la strategia ottimale di gestione del traffico per ridurre il rumore, tra le diverse opzioni di traffico, è fondamentale e rappresenta un compito abbastanza ambizioso. La scelta ottimale è il risultato di un'analisi complessa in cui oltre agli aspetti acustici sono coinvolti altri vincoli ambientali e di trasporto che portano dinamicamente a promuovere alcune soluzioni rispetto ad altre.

La previsione del livello di rumore in risposta a caratteristiche dinamiche e gestionali del traffico di breve periodo necessita di strumenti di simulazione specifici che permettano di rappresentare / catturare come il quadro acustico potrebbe essere influenzato dall'adozione di strategie di traffico tra un'ampia gamma di opzioni flessibili.

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Il modello previsionale sarà pertanto un "GENERATORE" di scenari di clima acustico al variare degli scenari della distribuzione e della intensità dei flussi di traffico gravitanti sul fronte del porto di Olbia.

Questi scenari generati dal modello previsionale conseguenti alle scelte delle strategie ITS potranno anche essere implementati nei modelli di propagazione per ricostruire spazialmente il campo acustico (norme: UNI ISO 9613-2:2006, UNI EN 11143.1: 2005, UNI EN 11143.2: 2005).

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Preventivamente, per meglio orientare la ricerca, sono stati definiti i requisiti che tale modello dovrà soddisfare:

1. **Essere AFFIDABILE**, ossia:

essere in grado di riproporre lo stessa realizzazione di clima acustico che è stato rilevato durante la fase di acquisizione, a partire dai dati sperimentali in ingresso dei flussi di traffico veicolare;

2. **Essere capace di GENERALIZZAZIONE**, ossia:

essere capace di restituire scenari di clima acustico a partire da dati di input simulati al di fuori del "data set" acquisito sperimentalmente e quindi generare scenari di clima acustico corretti in corrispondenza di scenari di distribuzione dei flussi di traffico simulati stabiliti sulla base di strategie ITS.

3. **Essere ROBUSTO**, ossia:

essere in grado di fornire scenari corretti senza risentire delle presenza inevitabile di segnali estemporanei, spuri, disturbi, segnali non dovuti al traffico (Filtro), senza risentire della mancanza o incompletezza dei dati di input;

4. **Essere AGGIORNABILE**, ossia:

essere suscettibile di poter essere aggiornato in continuo sfruttando la novità dell'informazione proveniente da dati sperimentali acquisiti successivamente. Questo consente di disporre di un modello dinamico che può essere affinato nel tempo nella sua aderenza ai casi reali;

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

5. **Essere PORTABILE**, ossia:
deve poter essere implementabile con facilità su altri casi di studio sulla base dei soli dati sperimentali acustici e di traffico senza dover necessariamente modellizzare gli elementi costitutivi dell'ambiente costruito e dell'ambiente naturale specifici del sito;

6. **Essere capace di ELABORARE E CLASSIFICARE** una quantità innumerevole di realizzazioni di scenari acustici e di traffico. La gestione La molteplicità dei fattori in gioco si ripercuote su una numerosità di possibili realizzazioni di scenari acustici che è elevatissima, tale da dover essere descritta dall'esplosione del calcolo combinatorio.

7. **Essere SELETTIVO**, ossia:
essere in grado di distinguere l'influenza reciproca tra i vari dati in ingresso ed identificare il contributo del singolo ingresso nella configurazione del campo sonoro.

Pertanto in questa fase, in considerazione dei requisiti da contemplare nello sviluppo del modello previsionale, l'IPOTESI DI LAVORO da sottoporre a verifica è adottare un **MODELLO DI TIPO NEURALE** che comprende algoritmi di autoapprendimento che emulano la dinamica di apprendimento dell'uomo.

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Reti Neurali Artificiali *(Artificial Neural Network)*

Requisiti che il modello neurale deve soddisfare:

Generalizzazione dei risultati

A partire da un significativo numero di campioni che scaturiscono dalle acquisizioni sperimentali del clima acustico e dei flussi veicolari nel periodo di morbida e di punta (ante e post operam), il modello neurale sarà in grado di restituire scenari del clima acustico realistici in corrispondenza di configurazioni del flusso veicolare che non hanno avuto modo di realizzarsi durante il breve periodo coperto dalle acquisizioni sperimentali. Questo significa in altre parole che il modello ha la capacità di generalizzare e di estendere risultati corretti del clima acustico anche in corrispondenza di scenari di input del traffico che non sono oggetto di una esplicita campagna di acquisizione, ma solo frutto di una simulazione ispirata dalle strategie ITS. 1

Robustezza

Il modello neurale sarà in grado di continuare a fornire scenari del clima acustico corretti anche in presenza di informazioni mancanti o di corruzione parziale dei dati sia di input che di output. Ad esempio inquinamento del segnale acustico dovuta ad altre sorgenti spurie, come ad esempio lavori da cantiere o traffico aereo, agenti legati al clima atmosferico, che periodicamente od occasionalmente possono essere attive durante le acquisizioni, e che possono creare artefatti sia sui dati acustici che di traffico.

In altre parole l'algoritmo deve essere in grado di filtrare i disturbi e di ottenere una soluzione accettabile anche a fronte di una importante perturbazione dei dati in ingresso

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Reti Neurali Artificiali *(Artificial Neural Network)*

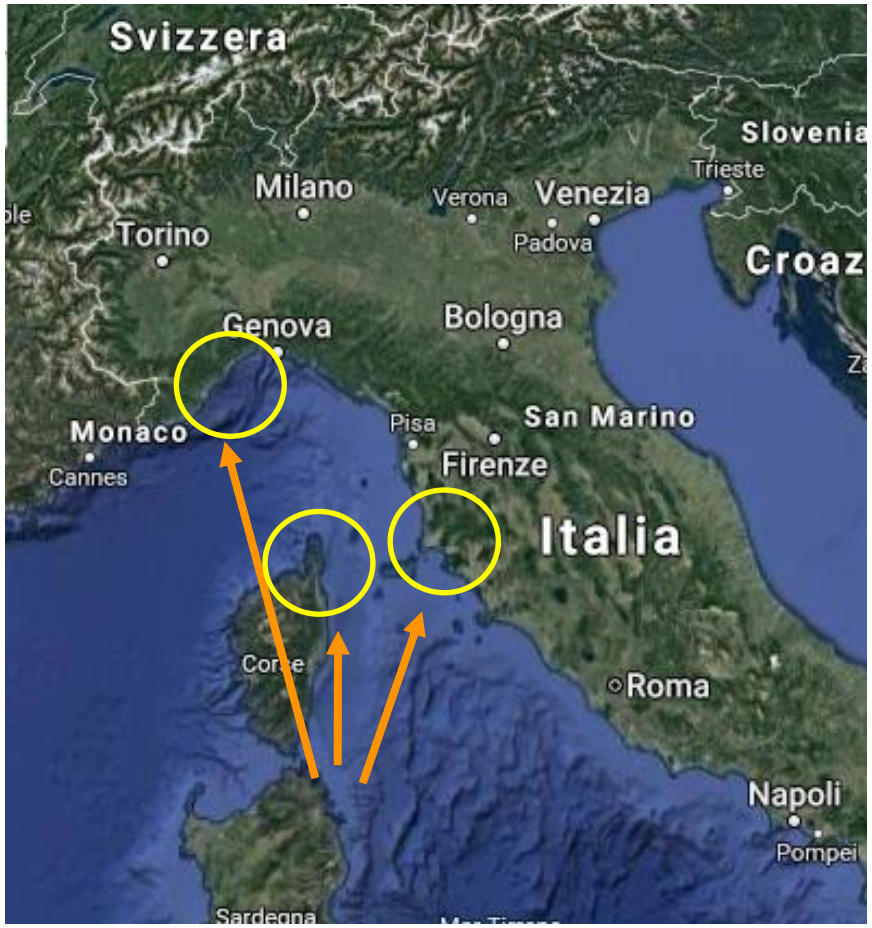
Requisiti che il modello neurale deve soddisfare:

Aggiornabilità del modello

Possibilità di raffinare il modello in maniera continua, usufruendo quindi della disponibilità di nuovi dati rispetto alla fase iniziale di sviluppo. L'algoritmo è in grado di effettuare *l'apprendimento continuo*, ovvero con l'introduzione di un flusso continuo di dati è in grado di migliorare la qualità della previsione, affinando la propria efficienza, come farebbe una rete neurale biologica

Trasferibilità e portabilità

- Estensione del modello alle altre città del progetto LIST PORT
- È sufficiente adattare l'algoritmo con un addestramento sulla base dei rilievi acustici e di traffico effettuati in sito, senza bisogno di una rappresentazione specifica del modello dell'ambiente costruito e dell'ambiente naturale.

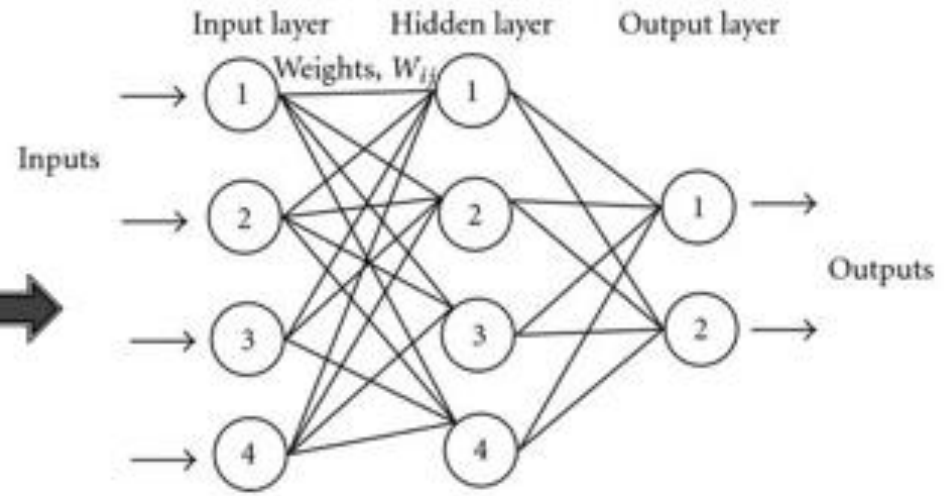


Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Reti Neurali Artificiali *(Artificial Neural Network)*

Le Reti Neurali Artificiali emulano l'architettura del cervello umano per riproporne il medesimo meccanismo di apprendimento

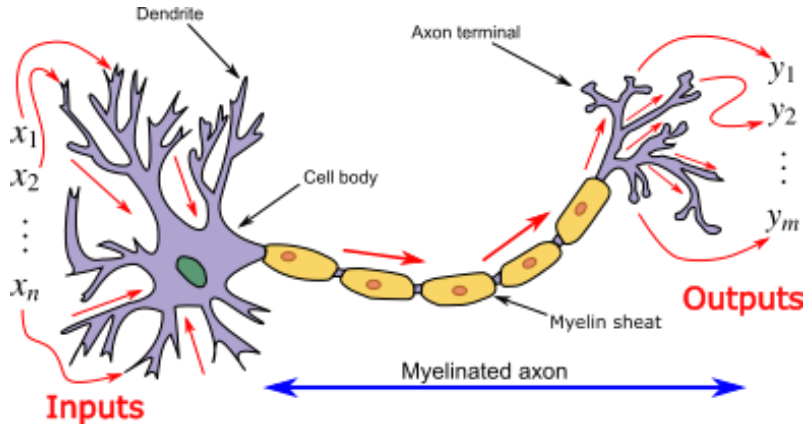
Rete neurale **biologica**



Rete neurale **artificiale**

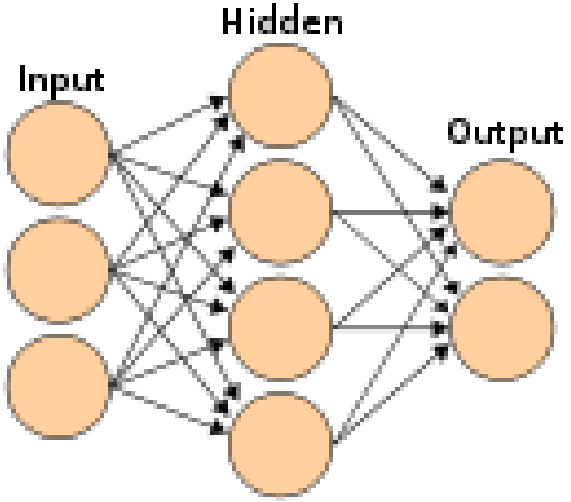
Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Reti Neurali Artificiali *(Artificial Neural Network)*



Le Reti Neurali sono
- Sistemi ispirati alle reti neurali biologiche
- Framework di diversi *machine learning*
- In grado di elaborare dati in input complessi

Caratteristiche generali:
- **Generalizzazione dei risultati**
- **Capacità di filtrare segnali di input disturbanti o comunque spuri rispetto al fenomeno oggetto di studio.**
- **Robustezza**
- **Aggiornabilità (*apprendimento* continuo)**

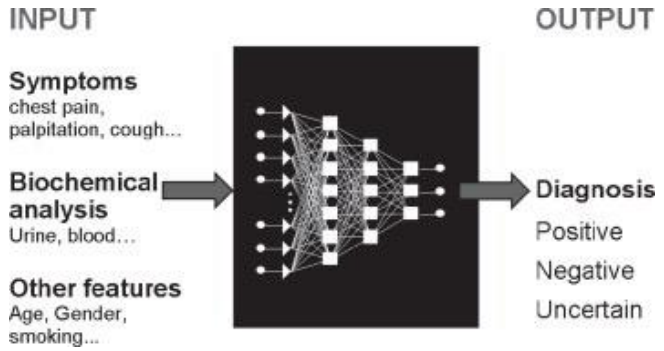


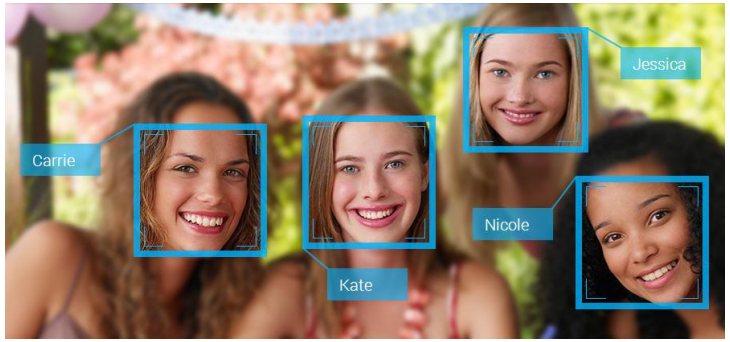
Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Reti Neurali Artificiali *(Artificial Neural Network)*

Applicazioni tipiche delle Reti Neurali Artificiali

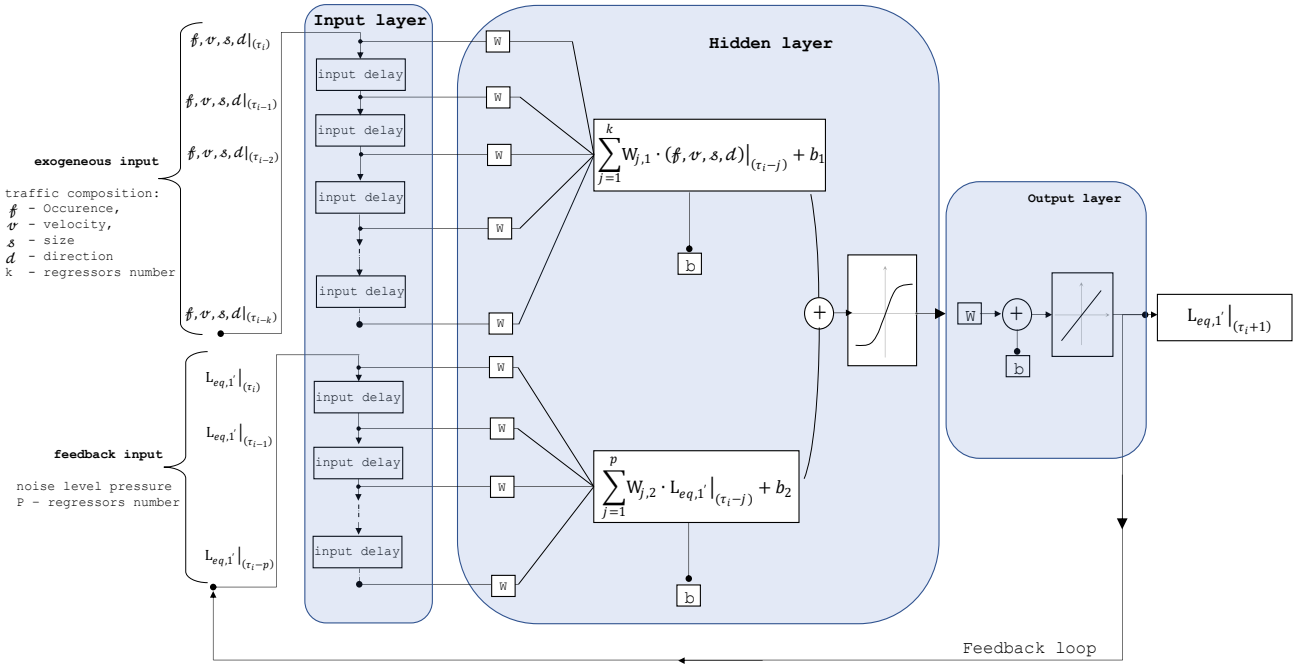
- Riconoscimento interpretazione e classificazione di segnali acustici (speech recognition)
- Riconoscimento e miglioramento immagini
- Riconoscimento espressioni facciali e volti
- Soluzione di problemi di ottimizzazione
- Riconoscimento guasti su componenti elettronici
- Controllo e movimento dei robot
- Data mining
- Diagnostica medica
- Riconoscimento delle serie di dati legati al clima e agli eventi atmosferici orientata alle previsioni





Il modello Neurale NARX
nel contesto del waterfront delle città portuali

Il modello che è stato sviluppato durante le attività del progetto consiste in un sistema di identificazione dinamico non lineare, basato su una rete neurale artificiale adattativa che dinamicamente identifica il fenomeno traffico (causa) rumore (effetto) al trascorrere del tempo ed è in grado di fornire una predizione del livello di pressione sonora $L_{eq,1'}$ con la raffinatezza temporale di un 1 minuto. L'architettura adottata per lo sviluppo del modello è non lineare, autoregressiva e accetta input esogeni e regressori di feedback come sorgente dei dati di input.
L'architettura di rete neurale che è stata sviluppata promette vantaggi significativi in termini di efficienza di calcolo e può essere efficacemente impiegata nei problemi inversi per l'individuazione di quali strategie di gestione del traffico potrebbero essere perseguite per alleviare specifiche aree particolarmente esposte alle fluttuazioni del rumore acustico nelle città portuali.



Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

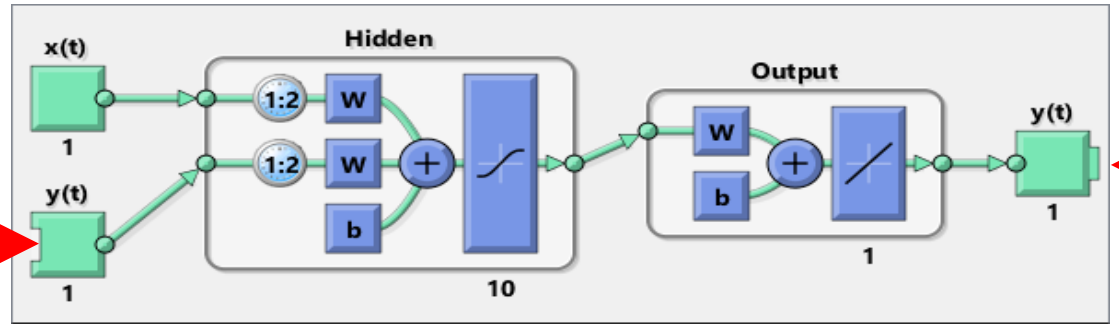
Architettura della rete neurale utilizzata

Flusso di traffico

Livello Pressione sonora

Istanti precedenti a τ_i

$\tau_{i-n}\ \tau_{i-2}\ \ldots .\ \tau_{i-1}$

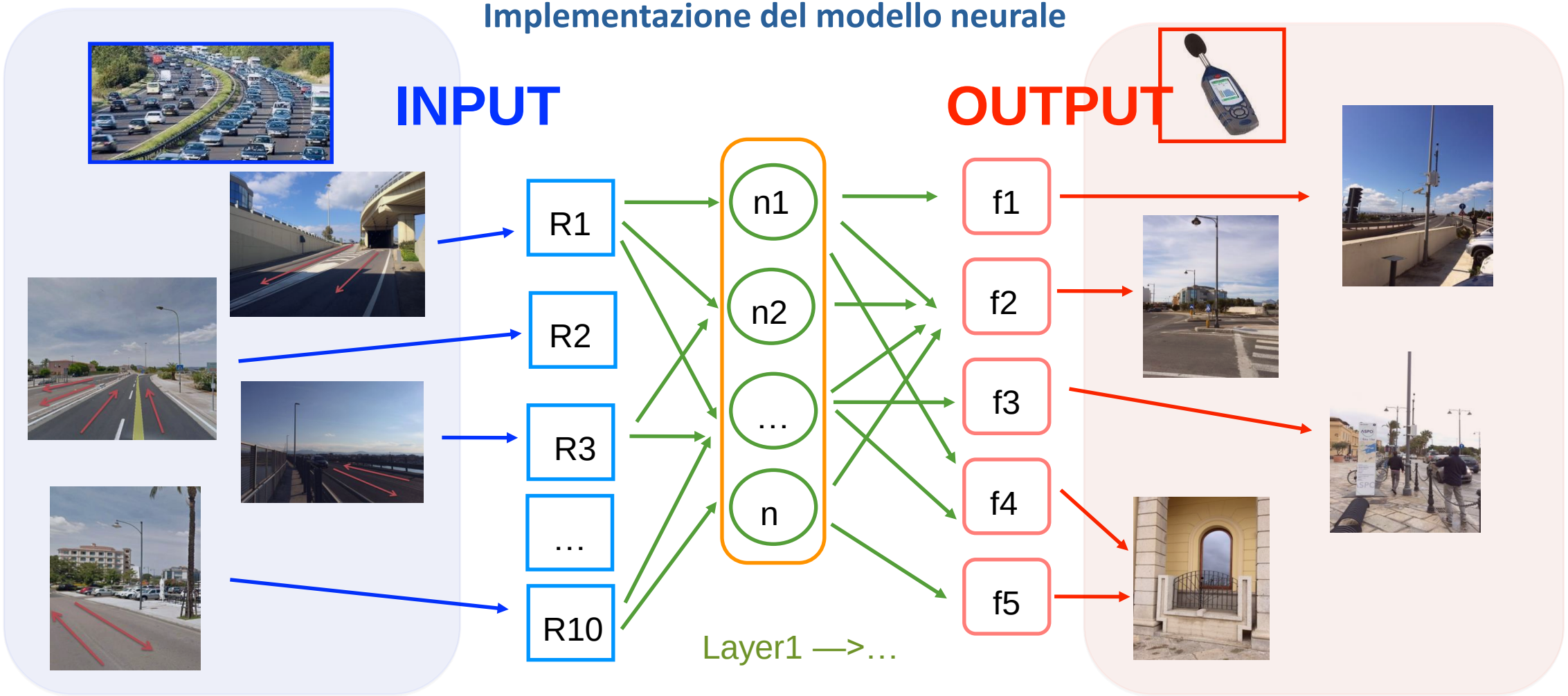


Livello Pressione sonora istante τ_i

Architecture of the Neural model. Schematization of the adopted NARX configuration for predicting the acoustic noise from vehicular traffic.

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Implementazione del modello neurale



Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Dalla rete neurale al modello di previsione

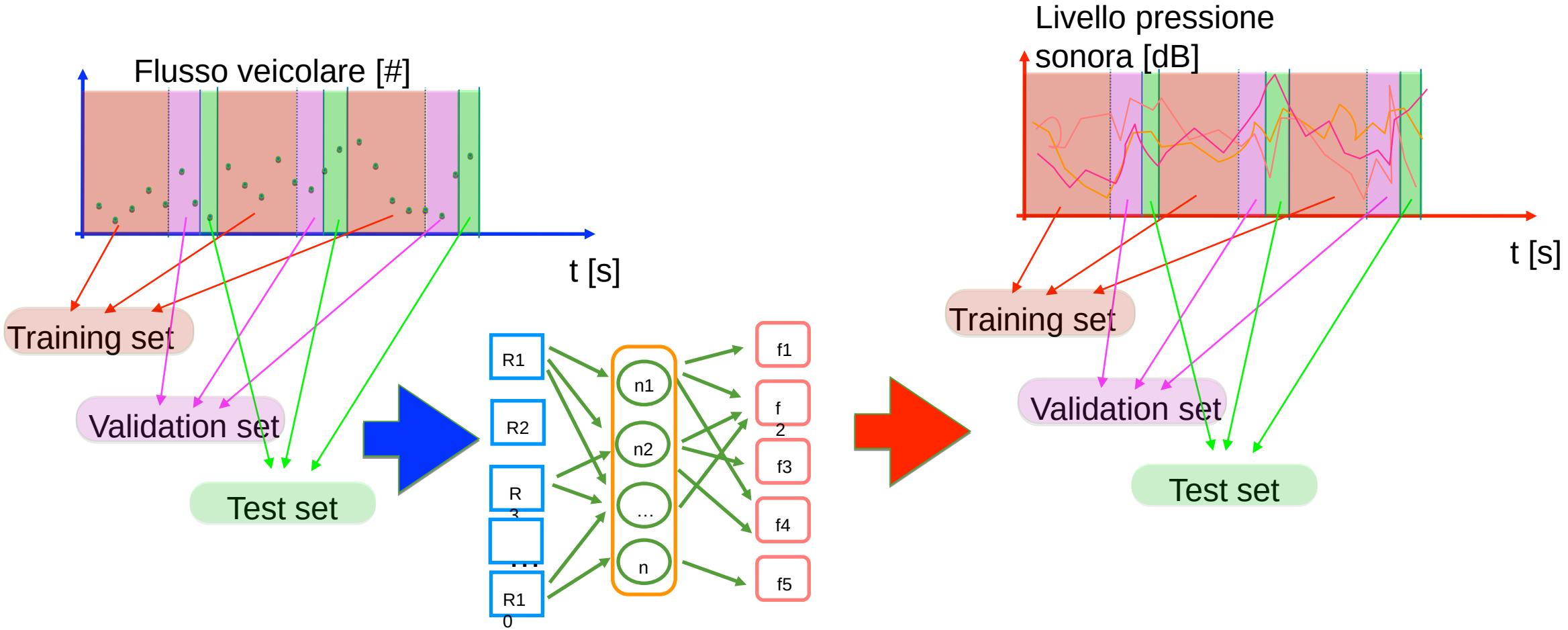
Per poter far sì che la rete neurale diventi il modello di previsione degli scenari acustici, occorre sviluppare le seguenti fasi:

Fase di addestramento (training), in cui si insegna alla rete di stabilire la corrispondenza corretta tra alcune realizzazioni della distribuzione dei flussi veicolari e le corrispondenti realizzazioni del clima acustico. Queste corrispondenze sono basate su alcune porzioni dei dati sperimentali (training set).

Fase di validazione e test (validation and test procedure), in cui si verifica che la rete restituisca lo scenario acustico corretto in corrispondenza di tutte le realizzazioni sperimentali dei flussi di traffico, comprese anche le realizzazioni volontariamente estromesse nella fase di training.

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Set per l'addestramento e la validazione del modello neurale



Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

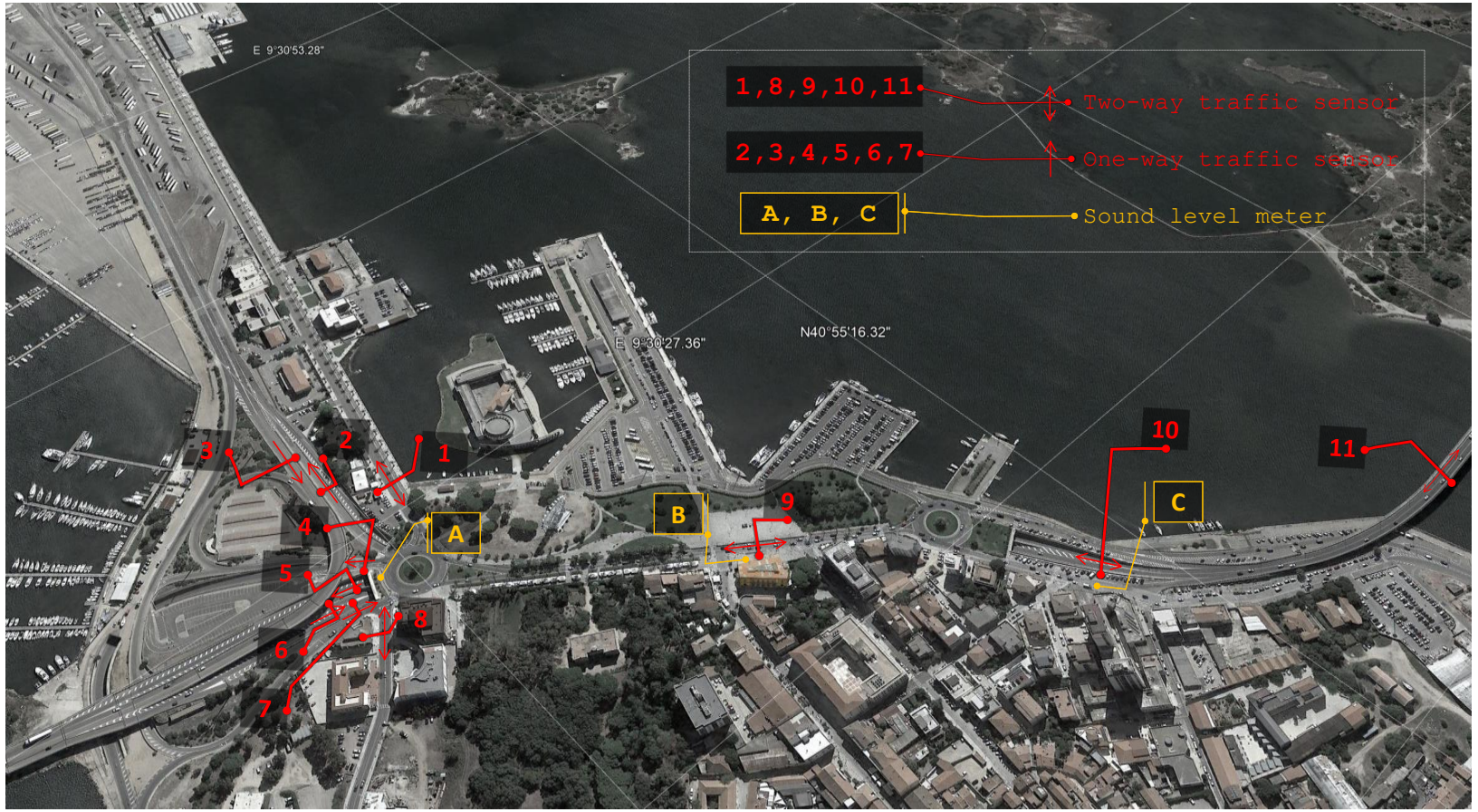
Il modello sviluppato è affidabile e mostra la capacità di stimare correttamente il livello di pressione sonora che sarebbe generato in un dato punto come conseguenza di uno scenario assegnato di composizione e layout del traffico veicolare.

Nella presente indagine sono stati considerati due distinti periodi continuativi per l'attività acustica e di acquisizione del traffico. Ogni periodo è di 72 ore. Il primo periodo è riferito al periodo di morbida del mese di marzo dove il traffico veicolare esibisce un comportamento normale (non eccezionale / di bassa intensità). Il secondo periodo va dal 24 al 27 agosto e può essere considerato rappresentativo del periodo di punta stagionale, dove il traffico è soggetto ad un eccezionale incremento (rispetto all'andamento medio annuo) dovuto ad una massiccia presenza di turisti in scalo e in partenza dal porto.

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Il modello di rete neurale adattativa è stato individuato sulla base dei dati sperimentali della pressione acustica e della composizione del traffico, misurati nei giorni dei due periodi caratterizzanti.

Come illustrato in precedenza, un data set sperimentale composto dall'evoluzione temporale della pressione acustica (pressione del livello sonoro) è stato acquisito contemporaneamente ai dati di traffico (occorrenza, velocità, dimensioni e direzione di marcia dei veicoli) per un arco di tempo di 72+72 ore relativo ai due periodi di riferimento.



Monitoring area of the waterfront under analysis. Optimized selection of the measuring points of vehicular traffic (red symbol) and acosutic pressure level meters (yellow symbol).

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

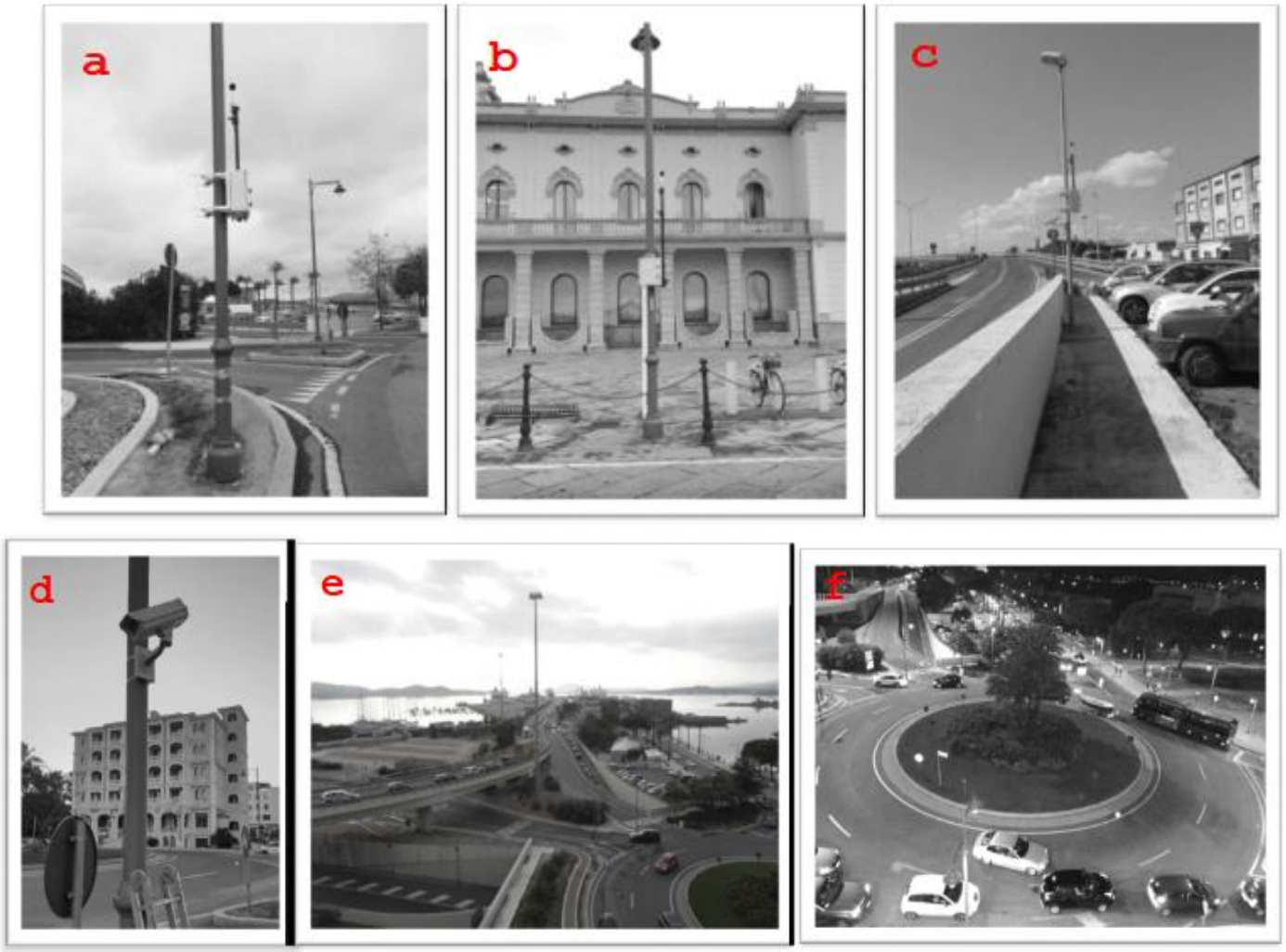
La necessità di prevedere quale valore corretto del livello di pressione sonora verrebbe generato in un dato punto a causa di uno scenario di composizione e distribuzione del traffico veicolare domina il processo di sviluppo di un modello di simulazione.

Il contesto entro cui occorre operare è caratterizzato da condizioni di traffico di un'area urbana che è fortemente esposta ai flussi turistici e ad attività portuali soggette ad un ampio spettro di variabilità, difficilmente caratterizzabili a priori.

Local contextualization of the measuring points. a) position of the sound level meter labeled as "A" in fig. 2. b) position of the sound level meter labeled as "A" in fig. 2. c) position of the sound level meter labeled as "C" in fig. 2. d) position of the traffic sensor numbered as "4" in fig. 2. e) example of traffic flows along the waterfront during a day period. f) example of traffic flows along the waterfront during a night period.

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

La previsione del livello di rumore in tale contesto, durante le reali condizioni di esercizio del traffico veicolare, richiede di considerare una notevole quantità di possibili realizzazioni fisiche dello scenario di traffico in termini di occorrenza, distribuzione, dimensione e velocità delle sorgenti

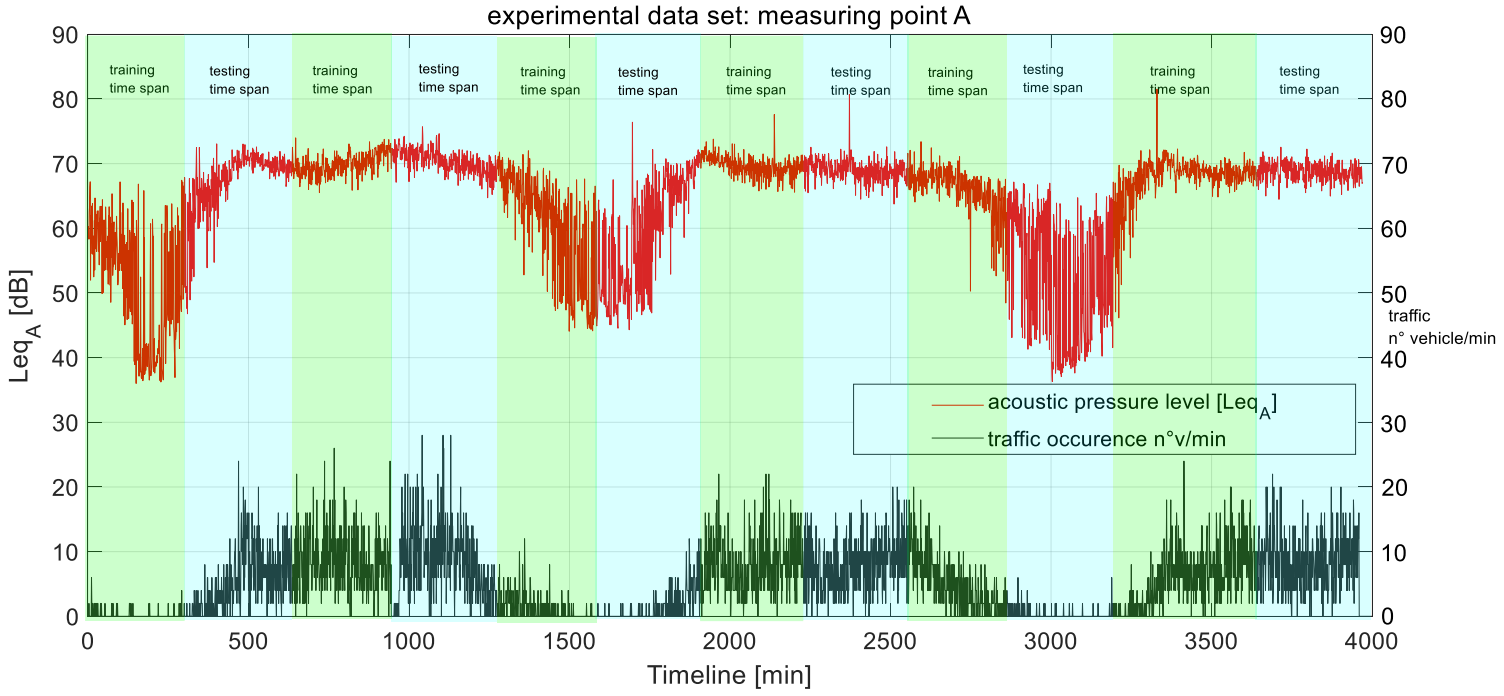


Local contextualization of the measuring points. a) position of the sound level meter labeled as "A" in fig. 2. b) position of the sound level meter labeled as "A" in fig. 2. c) position of the sound level meter labeled as "C" in fig. 2. d) position of the traffic sensor numbered as "4" in fig. 2. e) example of traffic flows along the waterfront during a day period. f) example of traffic flows along the waterfront during a night period.

Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Strategia di addestramento

In figura è rappresentato l'andamento del livello di pressione sonora nel punto di misura posizionato in "B". Il grafico copre l'intera time line del periodo di misura di morbida (dal 25 al 28 Marzo 2019) e viene considerato a titolo d'esempio per illustrare la strategia generale di addestramento.

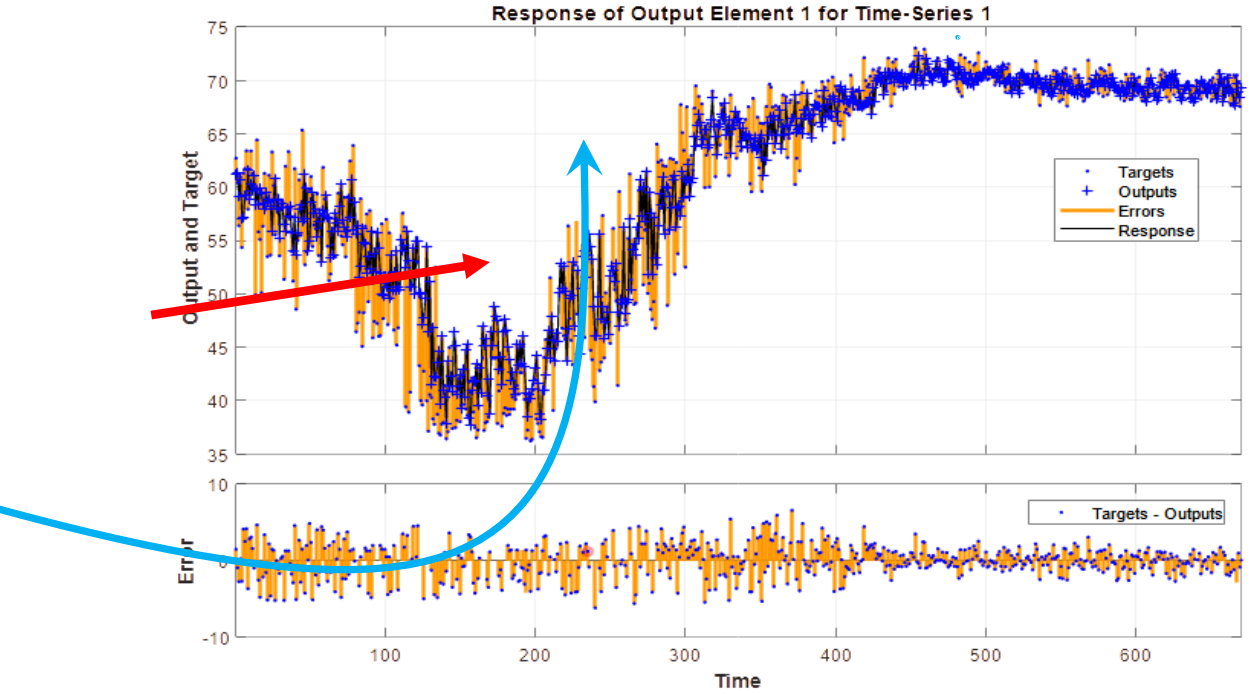


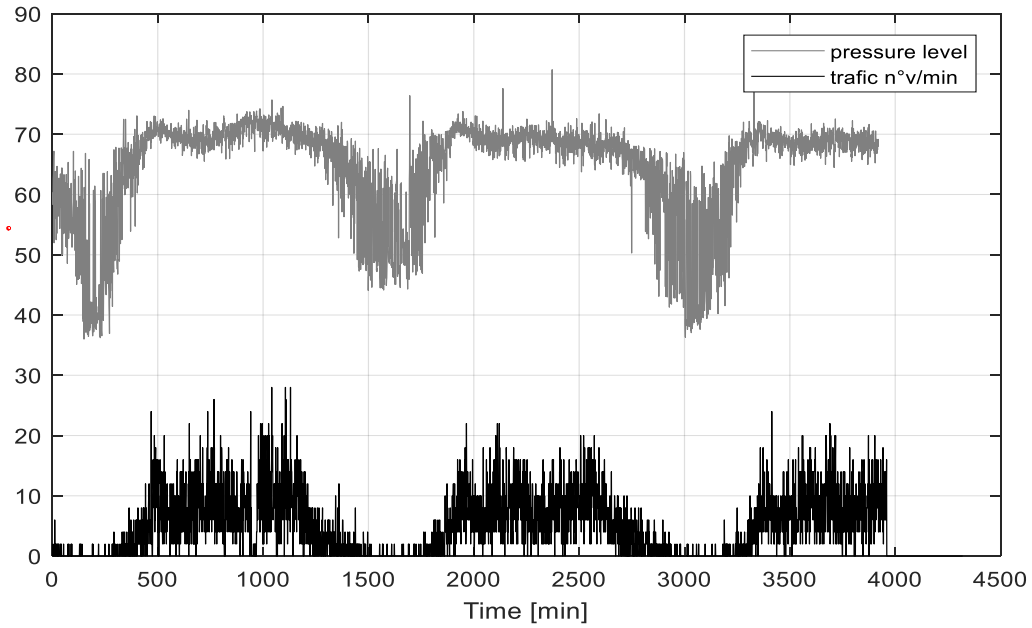
Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Strategia di addestramento

A questo punto occorre distinguere la funzione della rete neurale durante la fase di training rispetto alla fase di test.

Mentre, nella fase di training l'input temporale del traffico potrebbe essere interpretato come una sequenza di singole configurazioni di traffico che si sono susseguite nel tempo, senza potersi stabilizzare nel tempo, poiché ad una configurazione ne subentra un'altra senza possibilità di controllo. Infatti le configurazioni che si susseguono nel primo tratto hanno un'ampia variabilità mentre quelle dell'ultimo tratto la variabilità è minore e si approssimano infatti ad una condizione di quasi stazionarietà.





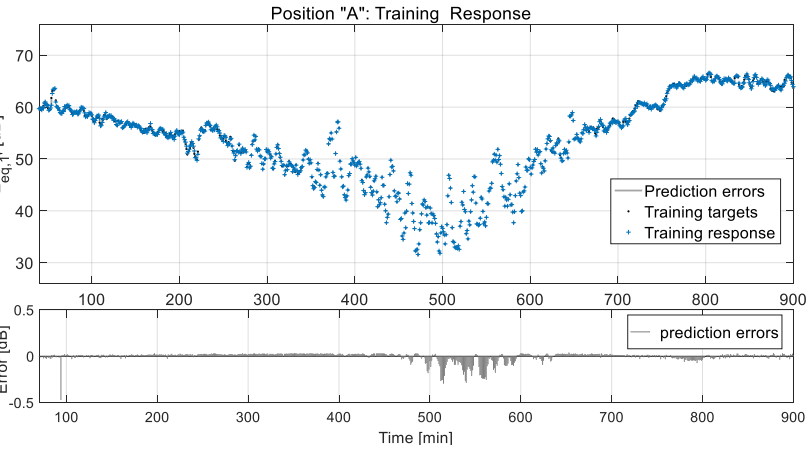
RISULTATI

il modello è stato applicato e testato con successo in una città portuale del Mediterraneo (Olbia) in corrispondenza di tre posizioni rappresentative del lungomare. In particolare, un incrocio con semaforo, una rotatoria e un ampio ingresso ad un sottopasso carrabile sono stati oggetto di predizione nel corso di due periodi caratteristici, durante i quali l'intensità del traffico è ampiamente variata dalle condizioni di traffico del periodo di morbida fino a quella del periodo di punta. Questa prima indagine esplorativa ha rivelato una buona performance predittiva del modello in quanto l'errore di predizione di L_(eq,1^') è rimasto prevalentemente confinato entro il range ± 1 dB e l'evoluzione temporale del profilo simulato di L_(eq,1^') riflette la corrispondente sequenza sperimentale durante l'intero intervallo di misura. Inoltre, l'adeguatezza del processo di identificazione è stata ulteriormente supportata dalle funzioni di auto e cross correlazione tra le sequenze dell'errore di predizione e dei dati di traffico che confermano quanto bene il modello neurale identificato sia in grado di spiegare la dipendenza funzionale che sta alla base delle osservazioni sperimentali.

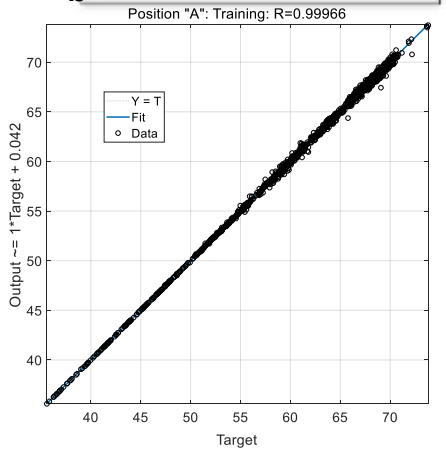
Interreg
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
UNIONE EUROPEA
ListPort
la cooperazione al cuore del mediterraneo
la coopération au cœur de la méditerranée

Risultati del processo di addestramento e di generalizzazione posizione: A (rotatoria principe Umberto)

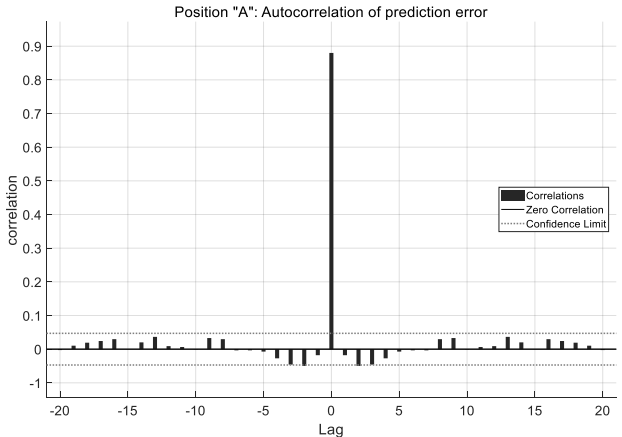
a



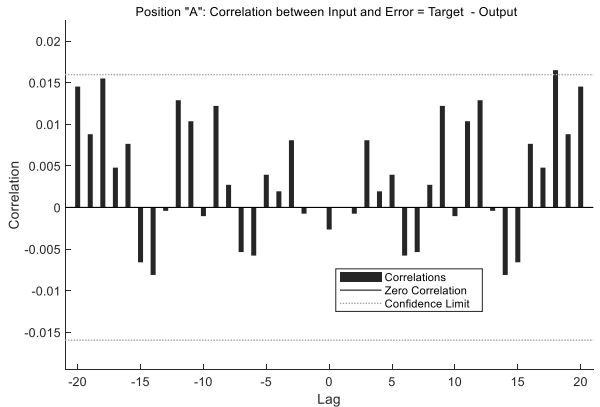
b



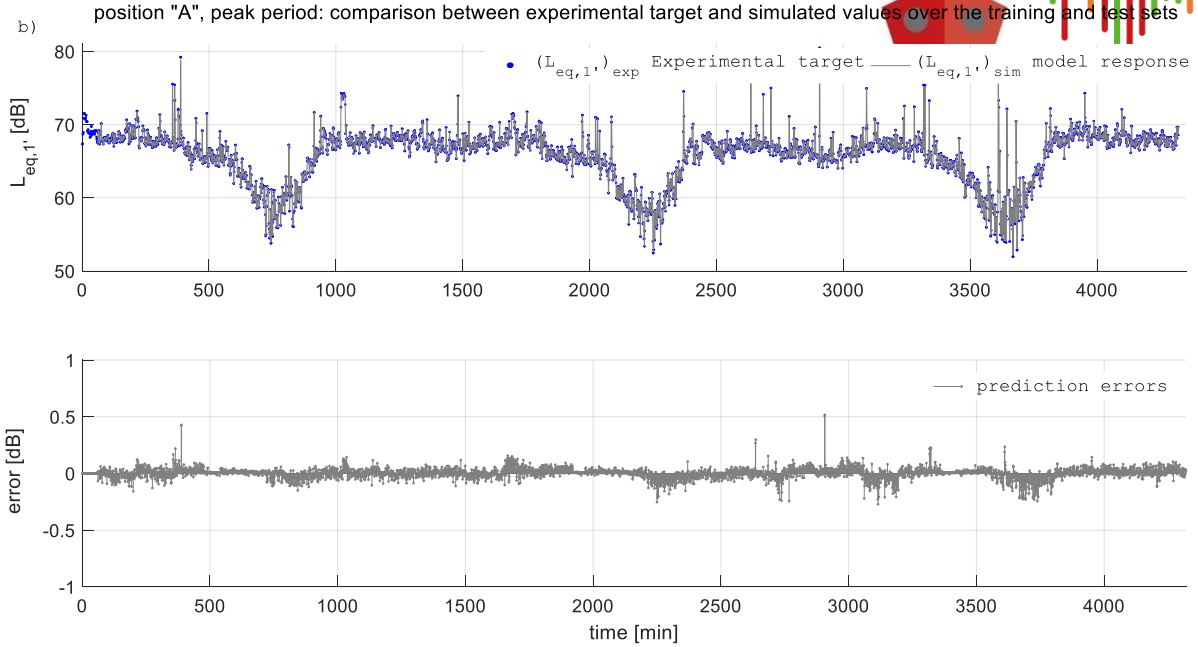
c



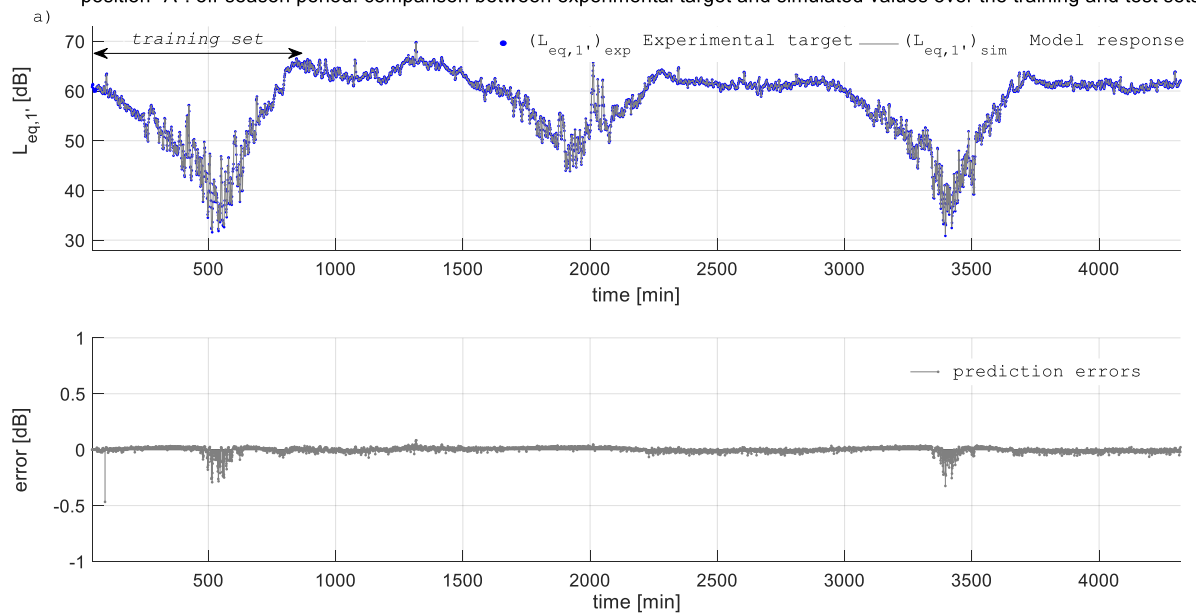
d



b)

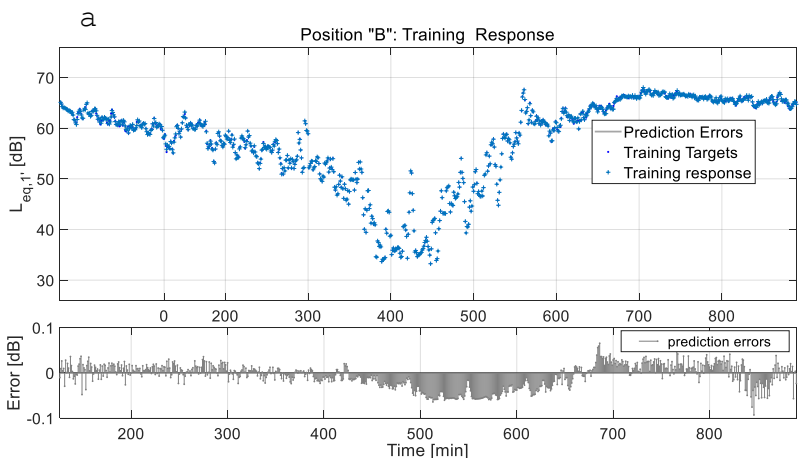


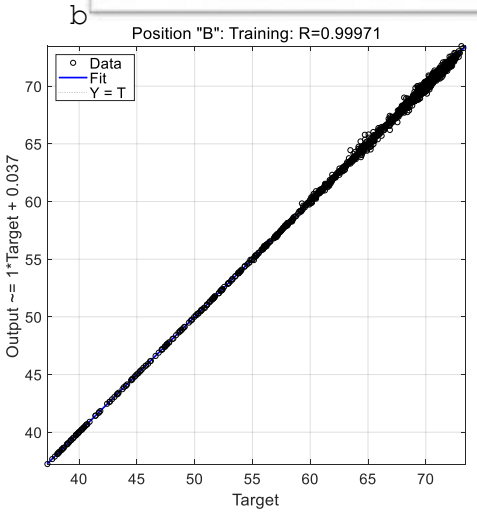
a)

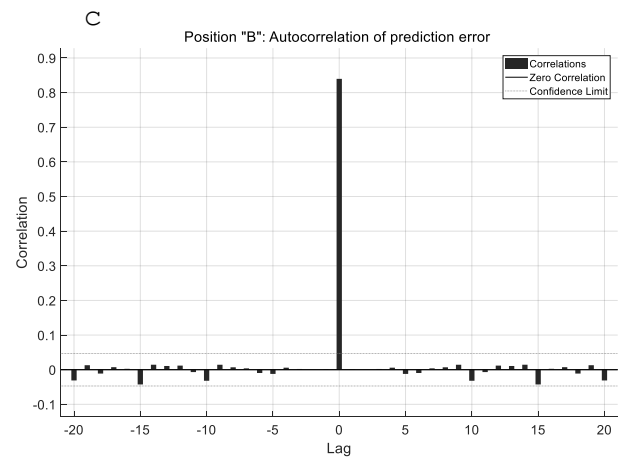


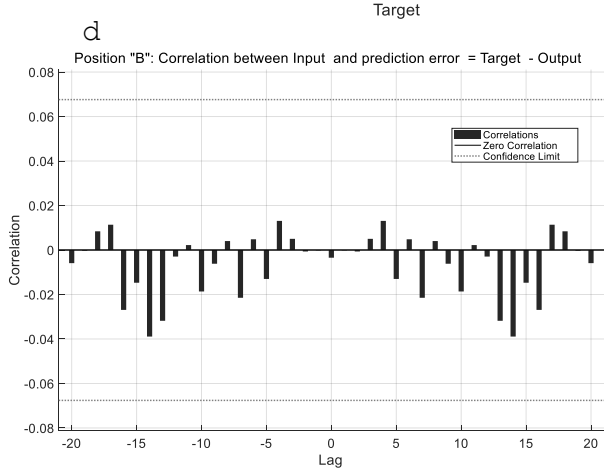
Interreg
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
UNIONE EUROPEA
ListPort
la cooperazione al cuore del mediterraneo
la coopération au cœur de la méditerranée

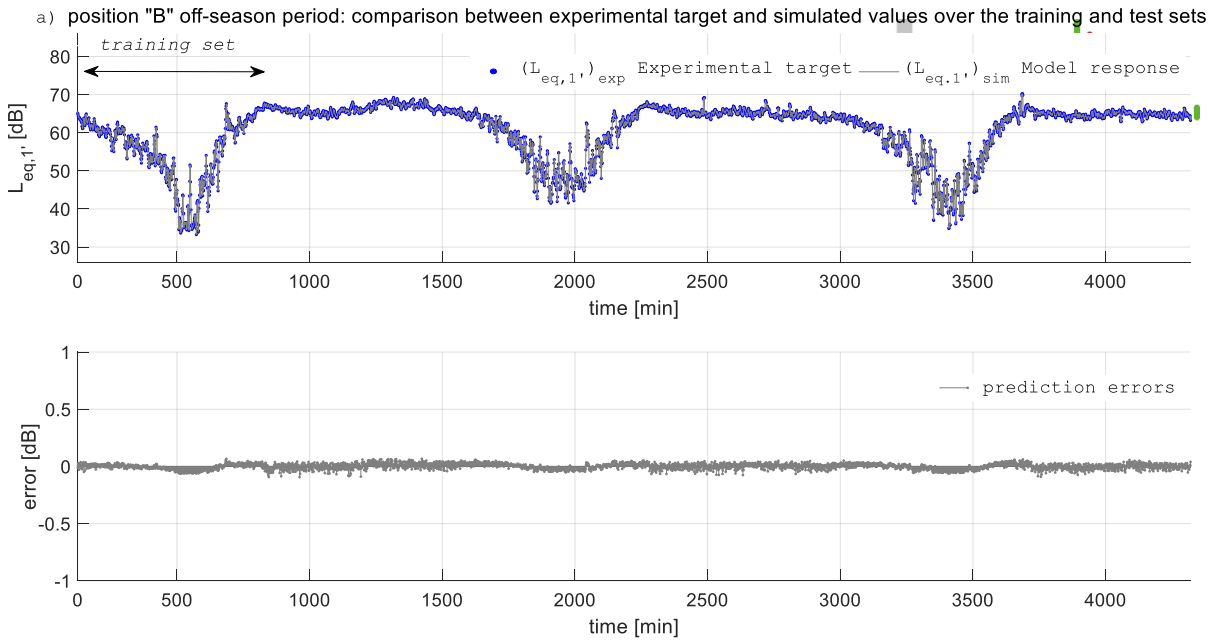
Risultati del processo di addestramento e di generalizzazione posizione: B (Municipio)

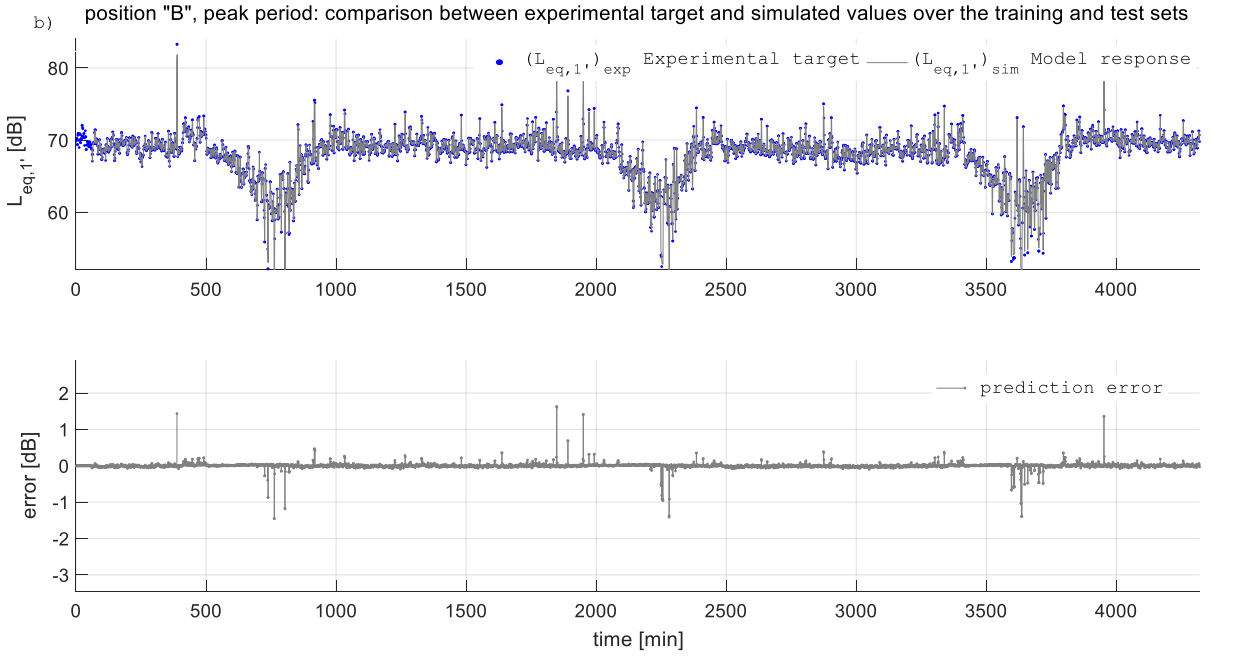








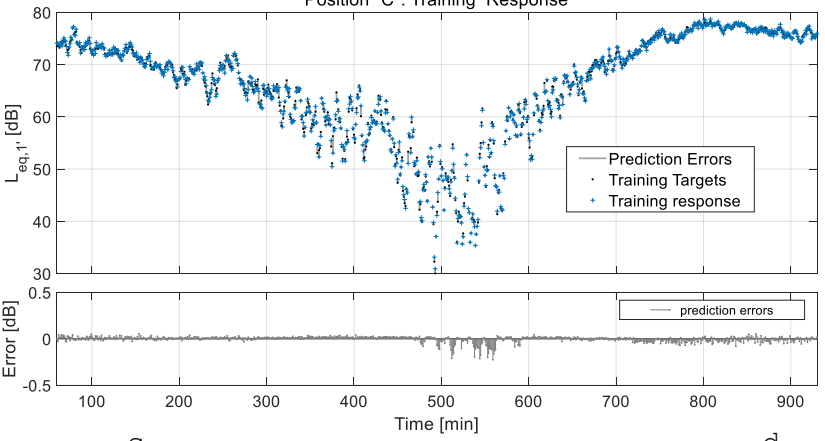




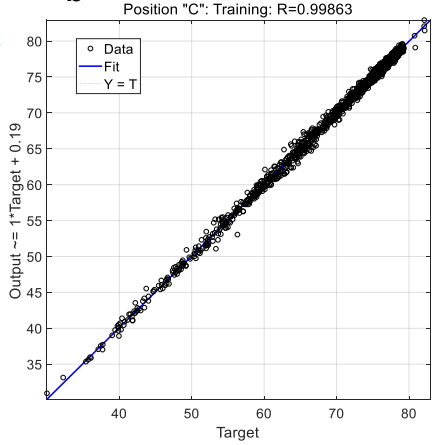
Interreg
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
UNIONE EUROPEA
ListPort
la cooperazione al cuore del mediterraneo
la coopération au cœur de la méditerranée

Risultati del processo di addestramento e di generalizzazione posizione: C (Sotto-passaggio)

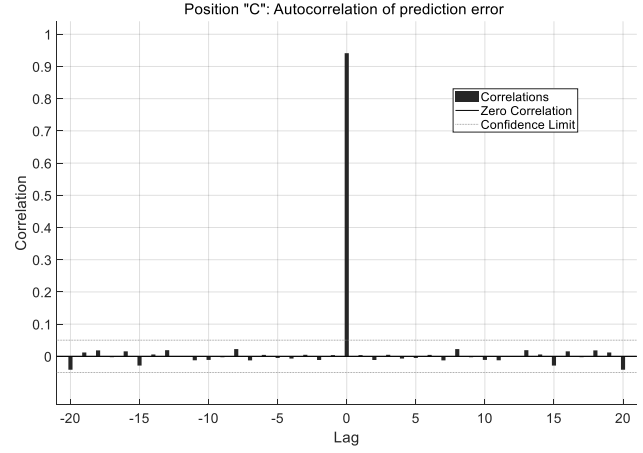
a



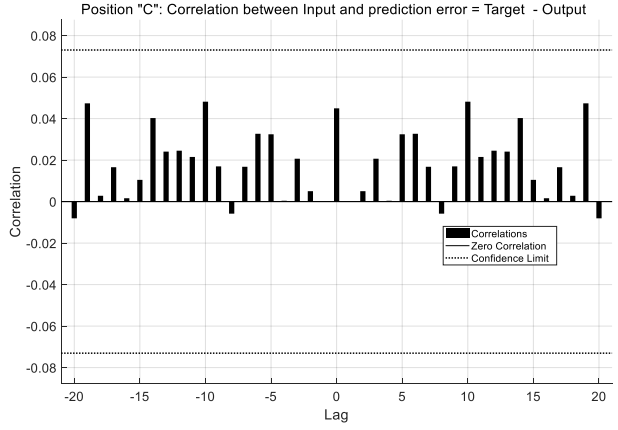
b



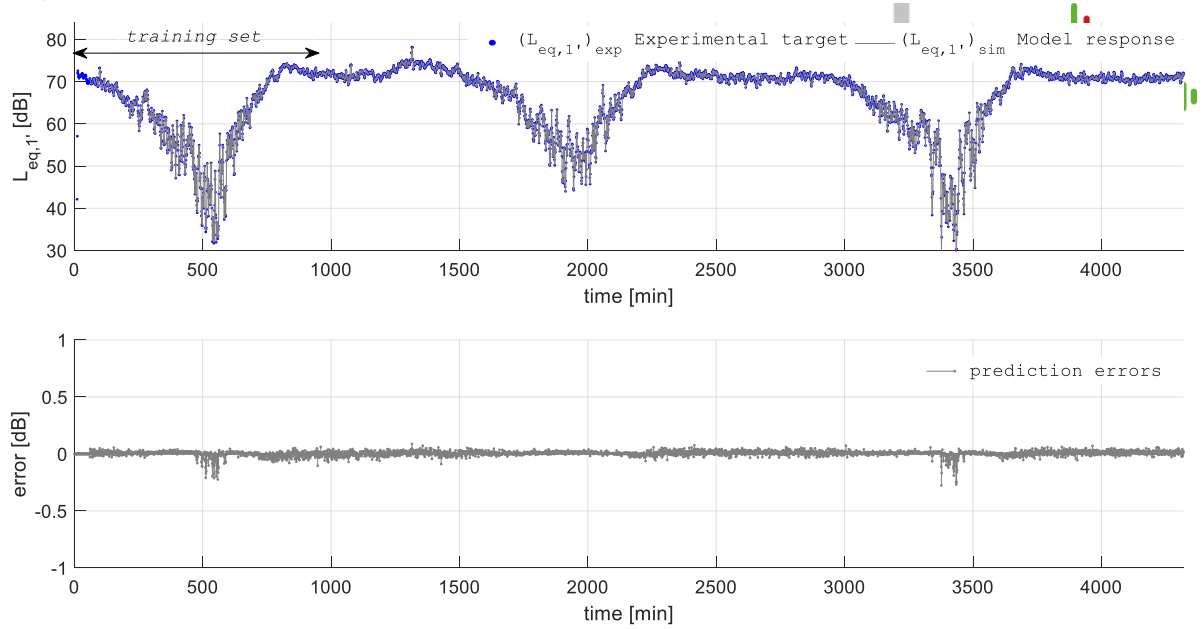
c



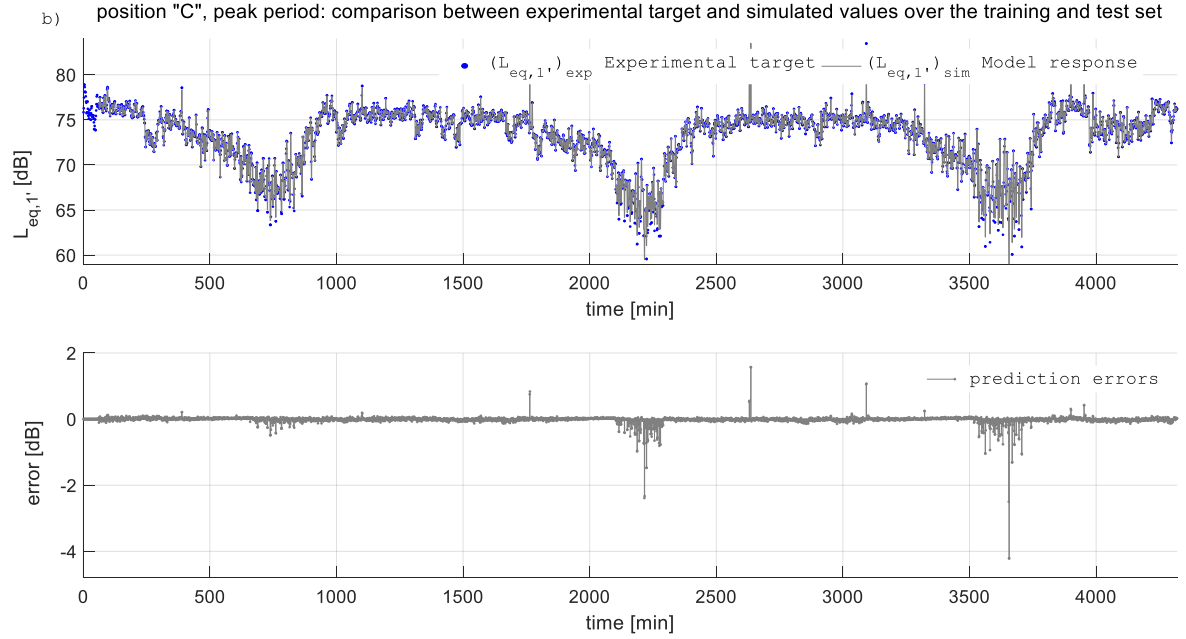
d



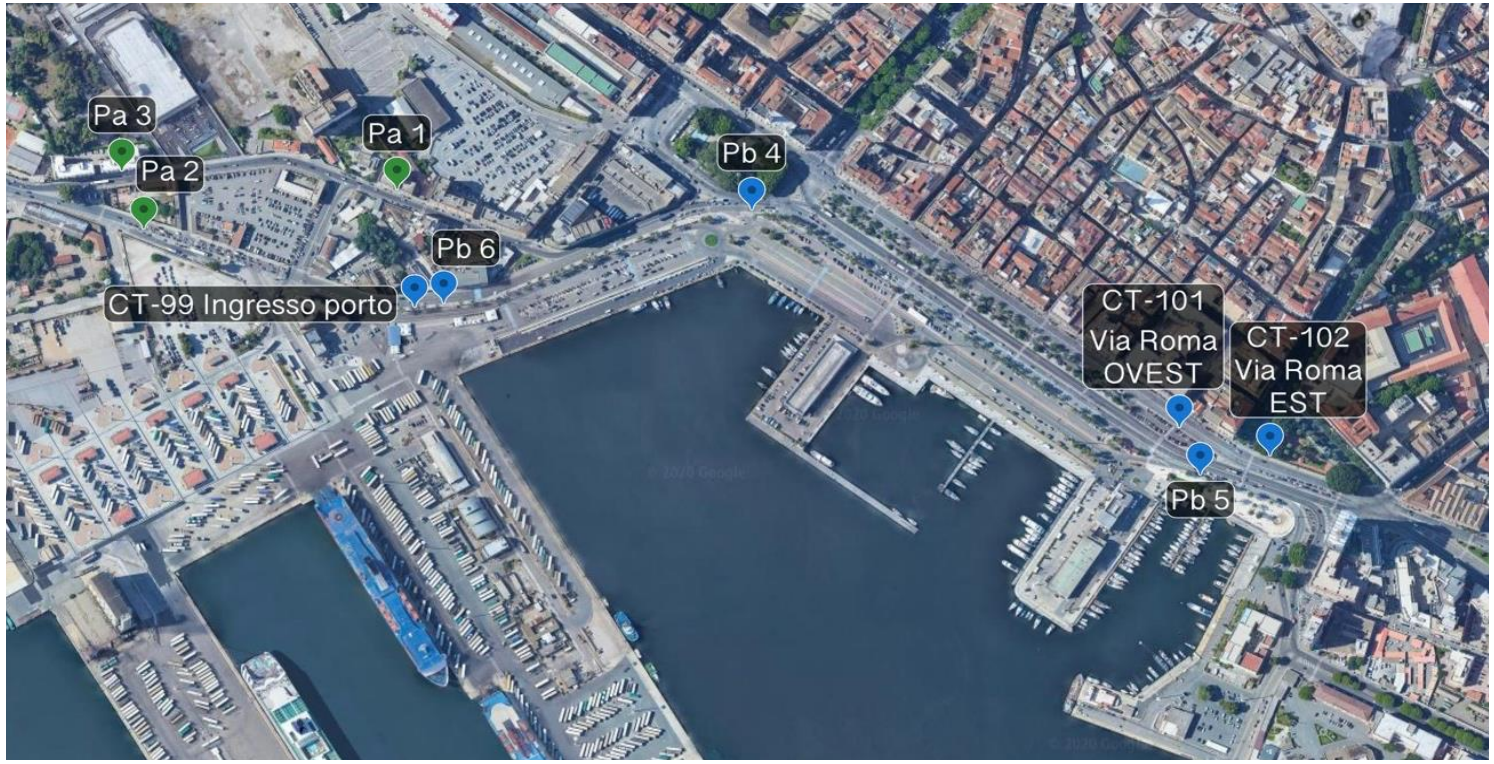
a) Position "C", off-season period: comparison between experimental target and simulated values over the training and test set



b) position "C", peak period: comparison between experimental target and simulated values over the training and test set



Validazione del modello con i dati di un’altra città portuale. Città di Cagliari

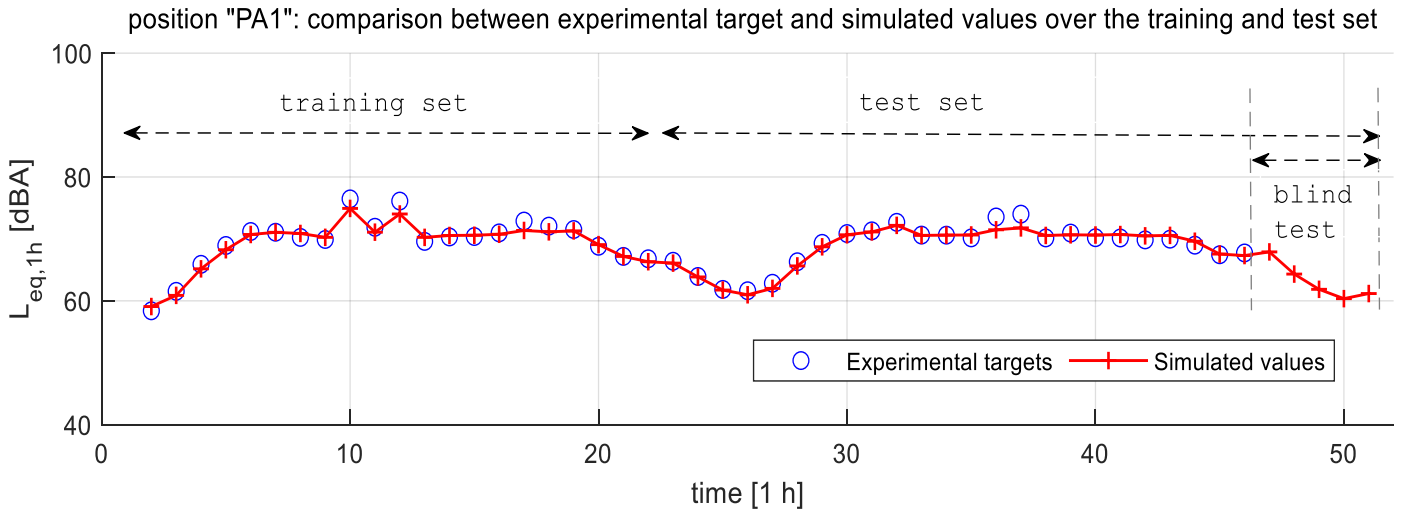


Per procedere con validazione della metodologia che è stata adottata per sviluppare il modello di predizione traffico-rumore è stato considerato un contesto di water front portuale di un’altra città marittima (Cagliari) che presenta un layout di rete viaria fronte mare differente da quella di Olbia.

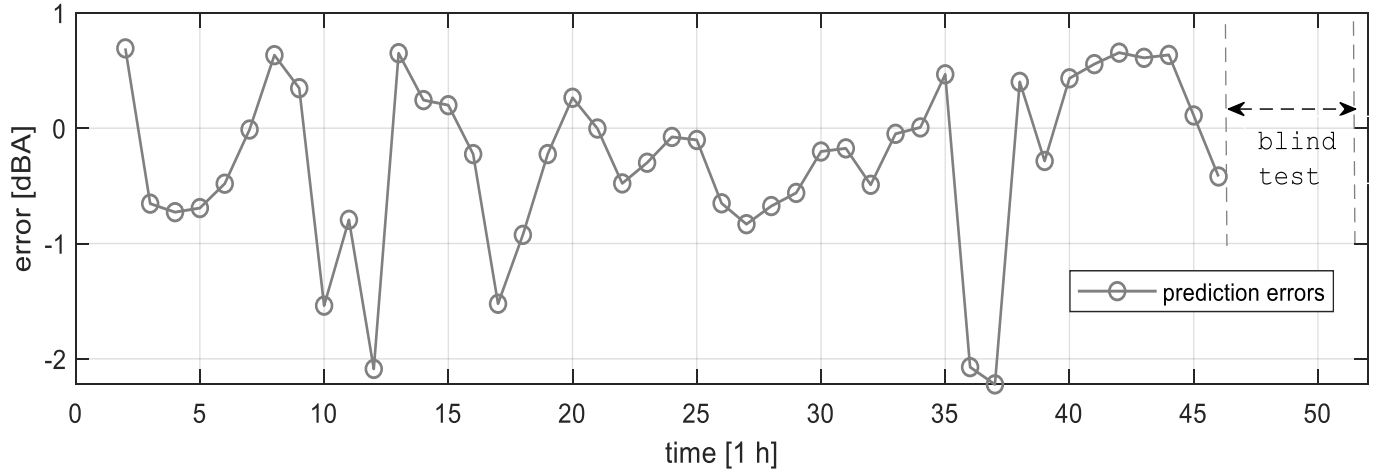
È utile precisare che ovviamente UniCa non dispone del set completo dei dati del test in quanto è necessario realizzare le condizioni per condurre una “blind validation” del modello di predizione

Postazione PA 1

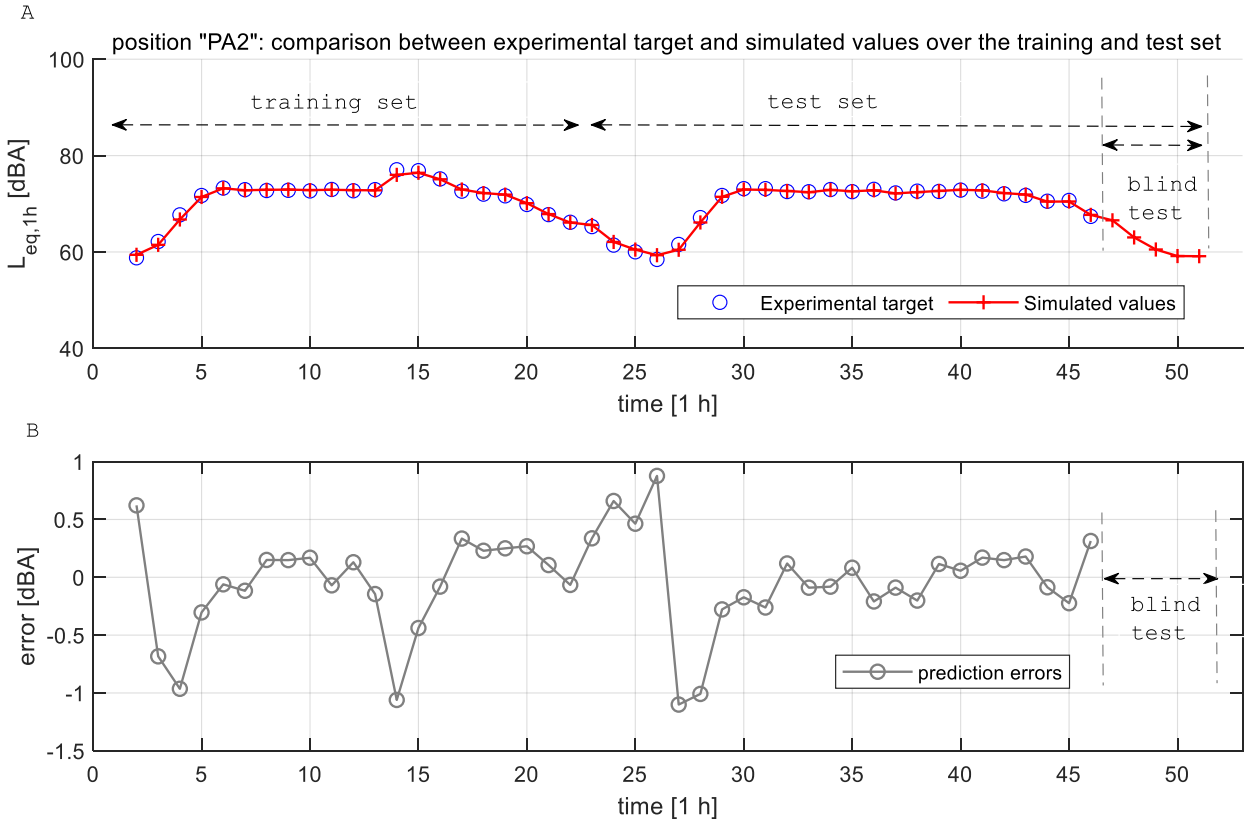
A



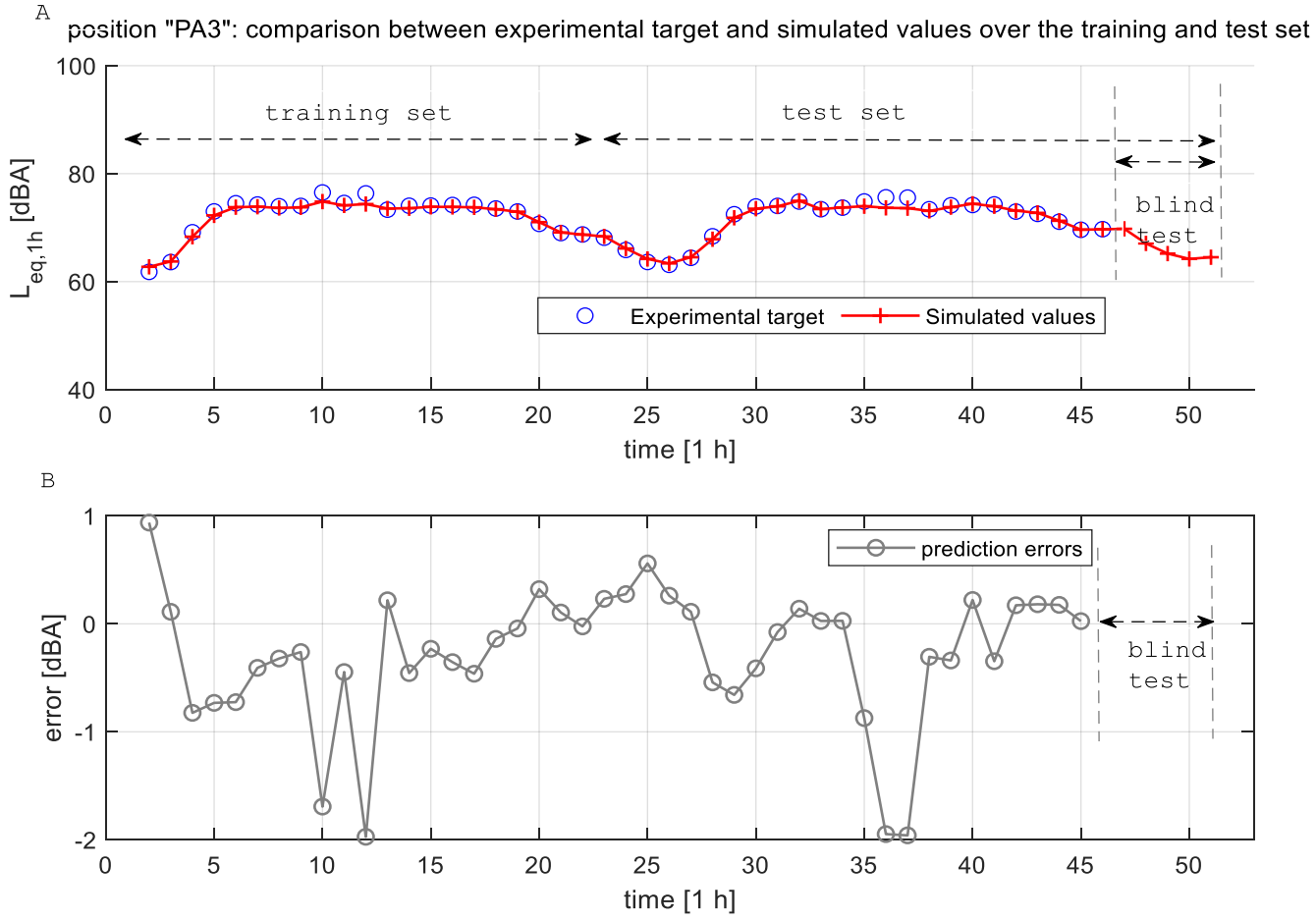
B



Postazione PA2



Postazione PA3



Un modello di previsione del rumore da traffico veicolare nel contesto del waterfront delle città portuali

Conclusioni

- È stato sviluppato un modello di identificazione adattativa della rete neurale per la previsione del rumore acustico del traffico veicolare, in un contesto cittadino con Waterfront urbano. Il modello è stato addestrato e testato con successo utilizzando dati sperimentali di rumore acustico e composizione del traffico, effettuati durante due diversi periodi caratterizzanti.
- Il modello sviluppato accetta come sorgente di dati di input la composizione del traffico in termini di occorrenze, velocità, taglia - classe e direzione dei veicoli e inoltre anche alcuni regressori della sequenza drl rumore. La risposta del modello consiste nel generare i valori corretti del livello di pressione acustica L_eq_A.
- Undici corsie e tre posizioni di misurazioni acustiche sono state considerate per identificare il modello neurale.
- Il modello identificato restituisce in uscita i valori simulati del livello di pressione sonora che sono in significativo accordo con i valori sperimentali.
- Un valore assoluto dell'errore di previsione inferiore a 0,5 decibel è stato osservato quasi ovunque lungo la time line considerata, ad eccezione di alcune occasioni che ricadono nella notte del periodo di picco di agosto, dove l'errore di previsione aumenta occasionalmente raggiungendo valori compresi tra 0,5-3,5 dB.
- Il modello è stato validato sperimentalmente in un altro contesto di waterfront portuale confermando la validità delle previsioni.

Interreg
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
UNIONE EUROPEA
la cooperazione al cuore del mediterraneo
la coopération au cœur de la méditerranée

GRAZIE PER L'ATTENZIONE
e…… pazienza