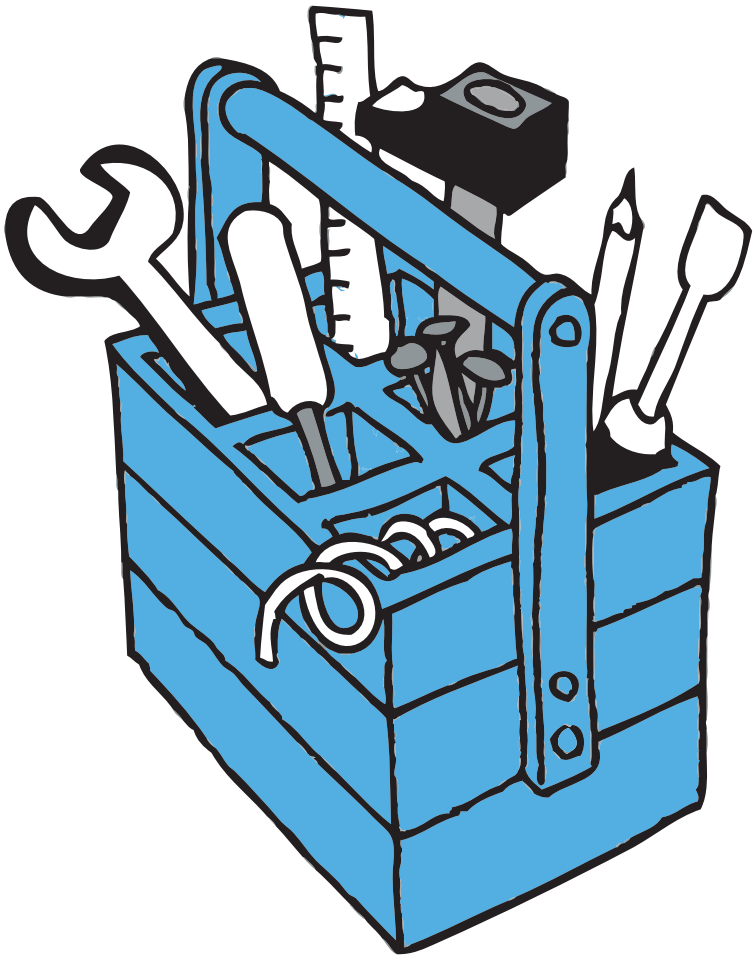
Interreg
UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA
MARITTIMO–IT FR–MARITIME
Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Decibel



# MANUALE di BUONE PRATICHE

## *Tre sperimentazioni a confronto di mitigazione dell'inquinamento acustico in piccoli porti urbani*

CCI BASTIA HAUTE

Città di Olbia

anci toscana

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

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

*Redazione a cura del partner Anci Toscana in collaborazione con:*

- Camera di Commercio e dell'Industria Alta Corsica (capofila)
- CSTB research (assistenza scientifica CCIHC FRANCE)
- Comune di Olbia (partner)
- Università di Cagliari (assistenza scientifica Comune di Olbia)
- Università di Genova (partner)
- Autorità di Sistema portuale Mar Tirreno Settentrionale (responsabile sperimentazione a Portoferraio in convenzione con Anci Toscana)

*Febbraio 2022*

# Indice


**Introduzione** 5

**Capitolo 1** 7

Premessa metodologica alla realizzazione delle sperimentazioni pilota Di Bastia, Olbia, Portoferraio 8

Modelli e metodologie utilizzati per la riduzione delle emissioni sonore 10

Sintesi e analisi dei risultati della diagnostica realizzata 13

**Capitolo 2** 17

Sperimentazioni pilota: Bastia, Olbia e Portoferraio

A. Descrizione di dettaglio della sperimentazione a Bastia 18

B. Punti di forza della sperimentazione a Bastia 24

A. Descrizione di dettaglio della sperimentazione a Olbia 27

B. Punti di forza della sperimentazione a Olbia 32

A. Descrizione di dettaglio della sperimentazione a Portoferraio 34

B. Punti di forza della sperimentazione a Portoferraio 41

**Capitolo 3** 47

Riflessioni conclusive 48

# Introduzione

## Descrizione del rumore portuale e breve analisi delle diverse tipologie

La Direttiva europea 2002/49/CE nota come "Direttiva sul rumore ambientale" (END Environmental Noise Directive) mira ad armonizzare le pratiche di lotta contro l'inquinamento acustico e a rendere disponibili al pubblico le informazioni sull'esposizione al rumore.
La norma richiede inoltre agli Stati membri di proporre piani d'azione per combattere l'inquinamento acustico quando rappresenta un pericolo per la salute.
Pertanto, i porti insulari urbani rientrano nel campo di applicazione della direttiva in quanto area potenzialmente rumorosa che colpisce un'area urbana.
È tuttavia da sottolineare che la END non prevede al suo interno metodologie particolari per realizzare mappature acustiche di porti, come avviene invece per altre infrastrutture di trasporto quali ferrovie, strade ed autostrade, aeroporti: essa si limita semplicemente ad assimilare il rumore portuale al rumore industriale in genere.
In questo contesto normativo sovranazionale è stato creato, nell'ambito del Programma Interreg Marittimo IT-FR, un cluster di diversi progetti di ricerca e cooperazione transfrontaliera per studiare, prevedere e ridurre il rumore dovuto ad attività portuali: **REPORT, RUMBLE, MON ACUMEN, DECIBEL** e **LIST Port** hanno collaborato tra loro in modo da condividere le informazioni e rendere più efficace l'azione di ciascun progetto.
Il presente prodotto tratta in particolare dei risultati del progetto DECIBEL, il cui scopo è stato lo studio, la previsione e la riduzione del rumore nei piccoli porti insulari.
Il rumore prodotto dalle infrastrutture portuali incide quotidianamente sulla vita di migliaia di persone nell'area del Programma.
La presenza di aree portuali, che sono operative 24 ore al giorno, perturba fortemente la quiete dei quartieri residenziali limitrofi, spesso situati a poca distanza dalle fonti più significative di rumore.
Il valore aggiunto del progetto DECIBEL è quello non solo di progettare e realizzare sistemi di rilevazione del rumore conformi alle norme nazionali ed europee, ma anche di confrontare e classificare in modo transfrontaliero i dati raccolti in informazioni utili per la politica dei trasporti, sia in Italia che in Francia.
Infatti, affinché una pianificazione portuale sia efficace, è necessario istituire, insieme alle altre Autorità Portuali, un'attività di sorveglianza acustica e di misurazione del rumore per tutto ciò che riguarda le operazioni portuali.

Il rumore del porto può essere in generale diviso in due grande classi:
• il rumore delle attività portuali in sé, in particolare quello dovuto alla presenza delle navi;
• il rumore indotto dal porto (ad esempio quello del traffico veicolare che deve raggiungere il porto).
Il progetto DECIBEL si è concentrato in particolare, come detto, su piccoli porti, quali il quello di Portoferraio, di Olbia, di Bastia e di Ile Rousse.
Questi porti hanno in comune il fatto di essere il punto di riferimento di quasi tutte le attività nelle rispettive città, tutte insulari, nelle quali i rifornimenti avvengono in buona parte attraverso il porto stesso. Per tale motivo il porto è un elemento fondamentale per le attività economiche di queste città

Questi porti presentano in linea di massima le stesse tipologie di rumore e di sorgenti.
Le operazioni di riduzione del rumore sono state realizzate quasi tutte all'interno dell'area portuale o nelle zone immediatamente limitrofe, eccezione fatta per il porto di Olbia nel quale l'intervento è stato realizzato ad una distanza maggiore dal porto: ad Olbia si è infatti notato un aumento di traffico stradale (e di conseguenza di rumore indotto dal traffico veicolare urbano) quando una o più navi sono presenti al porto.
In base alla fonte di rumore predominante, sono state attuate diverse azioni per ridurre il rumore in ciascun porto.
La tabella seguente riassume tutte le sorgenti o fonti di rumore presenti nei porti studiati nel progetto Decibel.

| TIPOLOGIA DI SORGENTE | SCENARIO |
|---|---|
| Traffico stradale nelle vie di accesso al porto (esterno al porto) | Traffico "continuo" che può essere descritto da un flusso di traffico medio (TMJA) e variazioni giornaliere tipiche |
| Traffico stradale supplementare nella zona di emissione durante le fasi di carico e scarico | Aggiunta di flussi di traffico su rotte portuali e strade principali vicino al porto, prima del carico e dopo lo scarico delle navi (per circa un'ora) |
| Navi in navigazione | Rumore emesso durante il transito nella zona di emissione (durante le fasi di arrivo e di partenza delle navi, i cui orari sono forniti dall'autorità portuale) |
| Navi in banchina | Rumore emesso in modo continuo da navi attraccate (in particolare quelle che non sono alimentate tramite "cold ironing" e necessitano quindi di generatori per l'alimentazione degli impianti di bordo) |
| Rumori specifici emessi quando i veicoli attraversano le rampe di accesso alle navi | Rumore attivo solo durante le fasi di carico e scarico dei veicoli |
| Circolazione dei veicoli di manutenzione orizzontale durante le fasi di carico e scarico delle navi | Rumore attivi solo durante le fasi di carico e scarico (mattina e sera) |
| Cementerie | Rumore attivo alle ore di produzione a priori indipendente del traffico portuale. |

A titolo di esempio, tutte le sorgenti elencate nella tabella soprastante sono presenti nel porto di Ile Rousse e di Bastia; per quanto concerne Portoferraio non ci sono né cementerie, né manutenzione orizzontale; nel porto di Olbia, infine, l'unica sorgente analizzata è stata il traffico stradale nella via Umberto Principe.
Nel seguito, saranno descritte nel dettaglio le soluzioni adottate per ovviare ai problemi summenzionati nelle diverse città oggetto d'indagine, dando particolare rilievo alle strategie sviluppate per la riduzione del rumore, alle buone pratiche messe in atto, ai risultati ottenuti ma anche alle difficoltà tecniche che si sono dovute affrontare, ai costi da affrontare ed alle criticità riscontrate (quali ad esempio iter burocratici complicati, coordinamento delle attività di monitoraggio con quelle delle navi oggetto d'esame ed effetti della pandemia di COVID 19).
Il presente documento rappresenterà quindi un vero e proprio manuale di buone pratiche transfrontaliere, finalizzato ad affrontare il problema del rumore indotto dalle attività portuali nei piccoli porti turistici tipici dell'area di cooperazione del programma Interreg Marittimo Italia-Francia, contenente approcci metodologici trasferibili e replicabili in tutti i contesti che presentino similarità con i porti partner del Progetto DECIBEL.



# CAPITOLO 1

# 1 Premessa metodologica alla realizzazione delle sperimentazioni pilota di Bastia, Olbia, Portoferraio

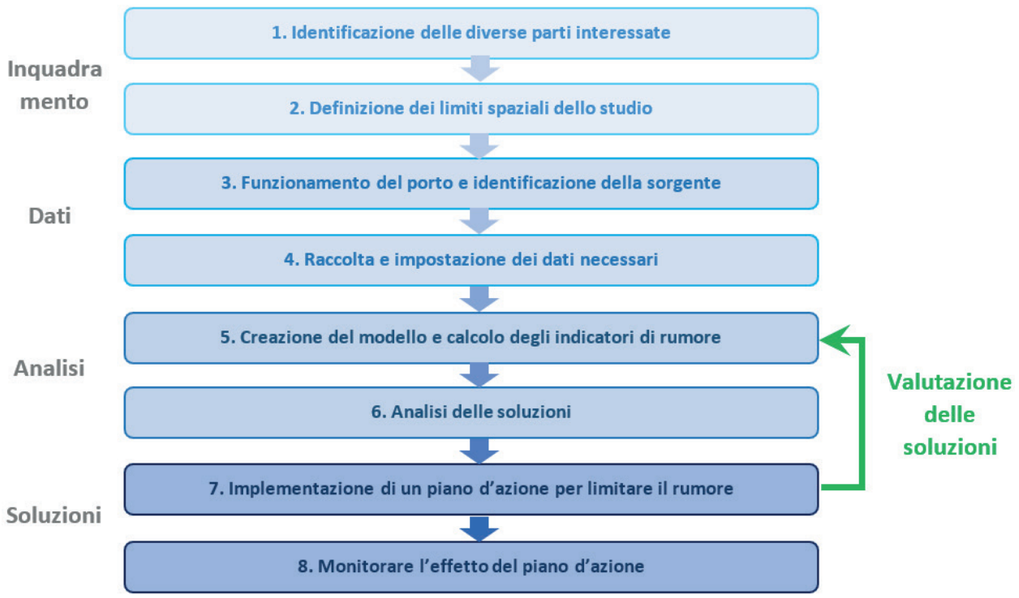
Il progetto DECIBEL aveva come obiettivo generale quello di migliorare la sostenibilità dei porti commerciali transfrontalieri, contribuendo alla riduzione dell'inquinamento acustico attraverso l'adozione di misure congiunte nei porti partner del progetto, in modo tale da poterle poi estendere ad altri porti insulari transfrontalieri. Tali misure sono state effettuate sulla base di uno studio congiunto che ha permesso di progettare e realizzare interventi innovativi di miglioramento del clima acustico. Come già detto, questi interventi sono stati attuati attraverso azioni pilota, la cui valutazione ha consentito di stabilire e individuare buone pratiche, da potere successivamente estendere a tutta l'area di cooperazione.

Per valutare e quantificare le possibili soluzioni e tradurle successivamente in un piano d'azione per la riduzione dell'inquinamento acustico, è stata predisposta una metodologia di analisi e quantificazione dell'impatto degli interventi. L'obiettivo è stato quello di ottenere dati oggettivi capaci di guidare la scelta delle soluzioni da implementare. La metodologia individuata si compone di più passaggi successivi che corrispondono alle due fasi di lavoro da svolgere:

1. quella diagnostica, che consiste nell'individuare gli elementi esistenti che contribuiscono all'inquinamento acustico e alle relativa quantificazione degli impatti;
2. quella della redazione del piano d'azione, che consiste nel proporre una soluzione di miglioramento e valutarla.



*La metodologia si compone di 8 passaggi, raggruppati in 4 temi, come mostrato nel diagramma seguente:*




Questi passaggi sono descritti in dettaglio nel prodotto T1.1.1 del progetto DECIBEL.

## 1.1 Diagnosi dei porti transfrontalieri

La fase di analisi del funzionamento del porto e della identificazione delle fonti che producono il rumore è stata svolta attraverso diversi sopralluoghi. I sopralluoghi hanno permesso di misurare i livelli di potenza di emissione delle sorgenti più rumorose (differenti dal traffico stradale). Inoltre, per il calcolo degli indicatori per fascia oraria e aggregati, sono stati rilevati il posizionamento delle navi sulle varie banchine e le relative tempistiche di attracco e partenza.

I dati di modellazione sono stati raccolti dalle varie fonti disponibili (dati IGN, OpenStreetMap, dati satellitari SRTM, ecc.). La modellazione è stata eseguita utilizzando il software MithraSIG. La modellazione navale è stata quindi eseguita per tutti i porti studiati, utilizzando oggetti di tipo edilizio. La modellazione geometrica è stata elaborata attraverso il posizionamento delle sorgenti sonore secondo i diversi scenari operativi del porto.

La creazione del modello di calcolo ha previsto anche la fase di parametrizzazione delle condizioni meteorologiche a partire dai dati locali disponibili. Infine, la scelta dei recettori di calcolo è stata effettuata in base alle aree di interesse, per le quali è rilevante valutare i livelli di esposizione. Per i quattro porti, queste zone comprendono le abitazioni confinanti con il porto più colpite dall'inquinamento acustico.

I risultati del calcolo presentati includono i seguenti indicatori per ciascuna fascia oraria considerata:

1. livelli di rumore associati al solo traffico stradale, misurati attraverso il livello di rumore equivalente nell'arco di un'ora (LAeq, 1h);
2. livelli di rumore associati alle sole sorgenti portuali, misurati attraverso il livello di rumore equivalente lungo la durata dell'attivazione della sorgente (LAeq, T; con T durata dell'attivazione) variabile a seconda della sorgente considerata;
3. livelli di rumore associati al traffico stradale e alle sorgenti portuali (misurati da un LAeq, T; in analogia ai livelli associati alle sorgenti portuali);
4. emergenza delle sorgenti portuali rispetto al traffico stradale definita come differenza tra i livelli in (3) e i livelli in (1) (si tratta quindi di un'emergenza calcolata sulla durata di attivazione della sorgente considerata).

Questi dati sono calcolati per mappe di ricevitori che coprono l'intera area di studio (mappatura sonora) e diversi ricevitori singoli a 2 m in facciata per determinati edifici, al fine di analizzare i risultati da un punto di vista normativo.

## 1.2 Strategia e piano d'azione

Sulla base della diagnosi acustica dei porti e dei risultati associati ai diversi scenari di utilizzo delle strutture portuali, è stata proposta una strategia per la riduzione dell'inquinamento acustico. Questa strategia è stata costruita in collaborazione con le Autorità di gestione del porto secondo i vincoli specifici di ogni installazione. Sebbene le misure proposte si basino sul catalogo comune definito durante lo sviluppo della metodologia, la loro selezione è stata effettuata in base alle specificità e ai vincoli di ciascun porto considerato. Per ciascuna misura di riduzione considerata (asfalto fonoassorbente, barriere fonoassorbenti, ecc) è stata proposta una metodologia di monitoraggio per valutarne l'efficacia e verificare che gli obiettivi fissati, ed eventualmente stimati mediante calcolo in fase diagnostica, fossero stati raggiunti.

Questa fase ha portato all'effettiva attuazione di un piano d'azione che riunisce le diverse misure adottate e i sistemi per valutarne l'efficacia.

# 2 Modelli e metodologie utilizzati per la riduzione delle emissioni sonore

## 2.1. Identificazione e caratterizzazione delle sorgenti

I porti urbani insulari presentano un'ampia varietà di attività e quindi di sorgenti sonore, le cui condizioni operative sono anch'esse molto variabili. È importante elencare e documentare non solo le principali fonti di rumore (da tenere in considerazione nell'area geografica di emissione sonora), ma anche lo scenario di utilizzo di ciascuna fonte nel tempo.
Per ciascuna fonte sono previsti i seguenti punti:

- il tipo di fonti (vedi l'elenco descritto nell'introduzione)
- periodi di variabilità annuale, rappresentativi di operazioni sufficientemente differenziate, tipicamente le stagioni/periodi di attività (bassa, media e alta) o la distinzione tra giorno feriale e fine settimana.
- lo scenario di attivazione giornaliera, specificando o la percentuale di tempo di attivazione della sorgente oppure il numero medio e la durata di attivazione della sorgente, per ora del giorno, per ciascun periodo annuale rappresentativo (ad esempio il numero di imbarchi e sbarchi).
- una breve spiegazione della sorgente (cosa emette il rumore? Quali sono le possibili condizioni di attivazione?).

Come anticipato nella introduzione l'elenco del tipo di fonti, che possono, se necessario, essere integrate in relazione alle diverse specificità, è il seguente:

- navi in navigazione: sorgenti di rumore attive sulle navi in arrivo e in partenza dal porto (es. turbine, ventilazione, ciminiera);
- navi all'ormeggio: fonti di rumore delle navi all'ormeggio (ad es. generatori, ventilazione);
- movimentazione orizzontale ("Roll on Roll off"): circolazione di mezzi di movimentazione orizzontale (es. macchine tipo Douglas);
- movimentazione verticale (es. gru);
- salita/discesa dei veicoli sulle rampe (inclinazione dei fischietti);
- traffico stradale aggiuntivo indotto dall'imbarco/sbarco;
- attrezzature industriali (ad es. cementeria);
- Altri.

Oltre alle sorgenti di traffico stradale o ferroviario, per le quali esistono modelli di emissione standardizzati associati alle modalità di calcolo e basate sui dati di traffico per ciascun asse, le altre sorgenti specifiche individuate nell'area portuale devono essere singolarmente caratterizzate. In particolare, è necessario avere i seguenti due dati:

- livelli di potenza: per banda di frequenza (terzo di ottava o ottava), almeno da 100 a 5000 Hz, o anche oltre se la sorgente ha un contenuto di frequenza significativo al di fuori di questo intervallo;
- orientamento, che si può assumere per impostazione predefinita (omnidirezionale per sorgenti puntiformi ed emisferica per sorgenti vicine al suolo o contigue a un oggetto di grandi dimensioni, come una nave o un edificio).



## 2.2. Costruzione dei dati meteorologici

Le condizioni meteorologiche e in particolare le velocità e le direzioni del vento, che variano durante il giorno, hanno un'influenza significativa sulla propagazione del suono nelle aree costiere. Di seguito è descritto un metodo pratico per la corretta parametrizzazione degli effetti meteorologici nei calcoli acustici a partire da dati meteorologici specifici.

### *2.2.1. Creazione della mappa delle condizioni favorevoli*

La propagazione del suono è fortemente influenzata dall'interazione tra la natura del suolo e le condizioni atmosferiche. Per la valutazione del rumore ambientale va fatta una distinzione tra condizioni favorevoli alla propagazione (ad esempio con cielo notturno sereno o sottovento), condizioni neutre (ad esempio sotto cielo coperto con vento calmo) e condizioni sfavorevoli (ad esempio con vento contrario o in una giornata molto soleggiata.). Va notato che queste sono le condizioni cosiddette "favorevoli" che generano i livelli sonori più elevati.
I metodi di calcolo comunemente utilizzati in Francia e in Italia (metodo francese noto come "NMPB" descritto nella norma NF S31-133, o anche metodo armonizzato europeo noto come "CNOSSOS-EU" descritto nella direttiva europea 2015/96 del 19/05/2015) tengono conto di questi effetti calcolando un indicatore acustico mediato ponderando due condizioni rappresentative.

### *2.2.2. File necessari*

I file necessari per calcolare la mappa delle occorrenze sono file tabulati che devono contenere le seguenti informazioni per almeno un anno:

*dati giornalieri di alba e tramonto:*

- data
- ora UTC dell'alba
- ora UTC del passaggio al meridiano (zénith)
- ora UTC del tramonto
- indicatore stagionale, «estate» dall'equinozio di primavera all'equinozio d'autunno.

*dati meteorologici orari:*

- data e ora UTC dell'osservazione
- quantità di pioggia in un'ora (in mm)
- forza del vento (in km/h, 10 m dal suolo)
- direzione del vento (relativa al Nord, in senso orario)
- nuvolosità in oktas
- indicatore ora legale (dal 25/03/2018, 02:00 al 28/10/2018, 03:00)
- ora legale (UTC + 1h in inverno, UTC + 2h in estate) Descrizione del metodo di analisi.

I principi del metodo di analisi sono descritti nelle norme NF S31-110: 2005. Il metodo si basa su una griglia di valutazione qualitativa, nota come "griglia Zouboff", che utilizza una caratterizzazione euristica dello stato aerodinamico e termico dell'atmosfera. .

### *2.2.3. Automazione del processo*

È stato sviluppato un modulo software dedicato per trasformare i dati meteorologici disponibili in un indicatore di propagazione secondo il metodo sopra descritto, e quindi per calcolare le frequenze di accadimento delle condizioni favorevoli per periodo orario. Tali risultati orari vengono poi combinati per produrre tabelle per periodo regolatorio compatibili con il metodo di calcolo (NMPB-2008 per l'applicazione della normativa nazionale, Cnossos-UE per le mappe strategiche conformi alla Direttiva Europea).

## *2.3.* Altre raccomandazioni per la corretta esecuzione dei calcoli

Per quanto riguarda le sorgenti sonore, è necessario nel modello:

- introdurre sorgenti specifiche per l'attività portuale e il loro scenario di utilizzo, come sorgenti puntuali, lineari e di superficie;
- considerare le navi come un edificio con sorgenti sonore ai suoi limiti;
- poter salvare il contributo sonoro di ciascuna sorgente per la fase di analisi.

Per quanto riguarda i parametri di propagazione del suono, si ritiene che:

- le superfici d'acqua e gli edifici siano acusticamente riflettenti;
- i contenitori siano modellati come edifici riflettenti;
- i pontili, specialmente quelli con pareti o frangiflutti, devono essere modellati accuratamente.

Ricordiamo che la nuova versione di MithraSIG sviluppata nell'ambito del progetto REPORT comprende ora un modulo di ausilio alla modellazione delle navi in banchina che consente di specificare facilmente il tipo di nave, la geometria e il posizionamento e le caratteristiche delle sorgenti sonore che rappresentano la radiazione acustica generata.



# 3 Sintesi e analisi dei risultati della diagnostica realizzata

## 3.1. Risultati della diagnostica del progetto

### *3.1.1. Diagnosi acustiche*

Come già accennato, i risultati della diagnostica, eseguita su ciascuno dei porti esaminati, includono i seguenti dati:

1. i livelli di rumore associati al solo traffico stradale, misurati da un livello di rumore equivalente su un'ora (LAeq, 1h);
2. i livelli di rumore associati alle sole sorgenti portuali, misurati da un livello di rumore equivalente lungo la durata di attivazione della sorgente (LAeq, T con T la durata di attivazione) variabile a seconda della sorgente considerata;
3. i livelli di rumore associati al traffico stradale e alle sorgenti portuali (misurati da un LAeq, T come i livelli associati alle sorgenti portuali);
4. l'emergere di fonti portuali in relazione al traffico stradale definito come differenza tra livelli in (3) e livelli in (1).

Questi livelli sono calcolati sull'area di studio sotto forma di mappe acustiche orizzontali e su specifici punti di ricezione sul fronte di alcuni edifici. Di seguito si riporta un esempio dei risultati ottenuti al porto di Bastia per una configurazione relativa allo sbarco della nave "Pascal Paoli", in mattinata tra le 7 e le 8 del mattino. La mappa a sinistra (a) mostra il livello equivalente LAeq, T durante il periodo di sbarco combinando sorgenti portuali e sorgenti stradali (traffico esistente senza attività portuale). La mappa a destra (b) mostra l'emergere delle sorgenti portuali rispetto alle sorgenti stradali.

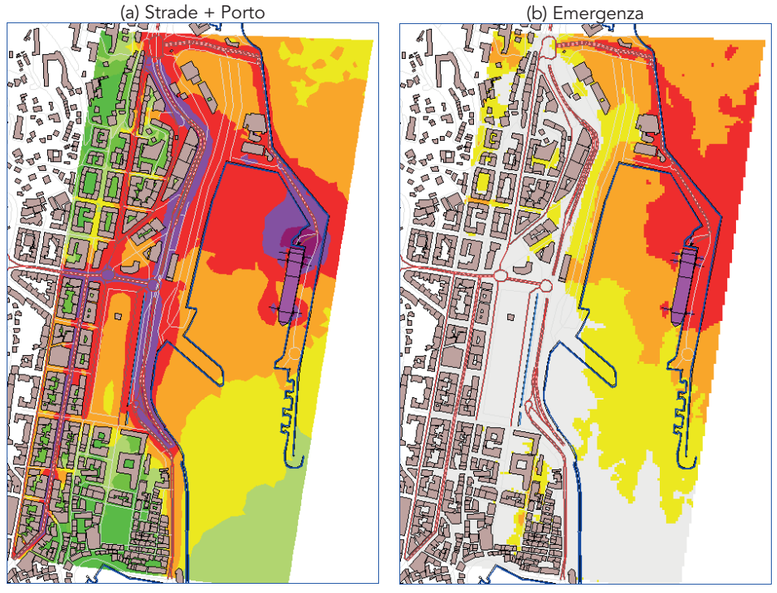
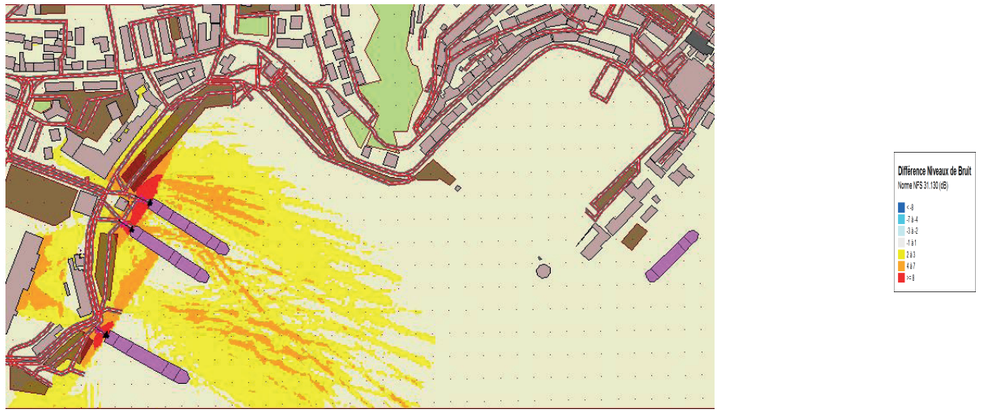



Figura 1 : Periodo 7h-8h – Pascal Paoli (scarico) – emergenza

I livelli di emergenza sugli edifici direttamente colpiti possono raggiungere da 2 a 3 dB (A). Va notato che l'emergenza è potenzialmente maggiore nelle aree esistenti più tranquille e a traffico ridotto protette da una prima fila di edifici.
La figura seguente mostra un altro esempio dell'emergenza del rumore portuale per Portoferraio in una configurazione di carico/scarico di tre navi. I livelli di emergenza sulla facciata degli edifici direttamente impattati superano per questa configurazione i 4 dB (A).



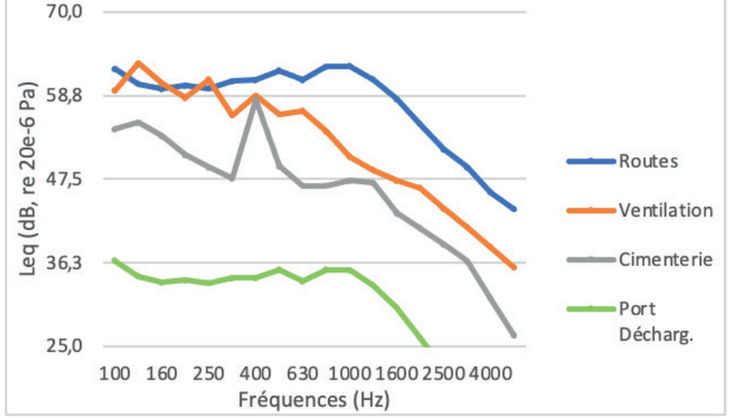




Figura 2 : Portoferraio – mappa dell'emergenza (differenza tra il rumore totale meno quello causato dal traffico stradale)

I livelli di rumore vengono inoltre analizzati più finemente a livello dei singoli ricevitori per tipologia di sorgente e bande di frequenza. La figura seguente mostra un esempio di questo tipo di risultato per la fase di scarico del "Mega Express I" sul ricevitore R1 del porto di Bastia.

Figura 3: Periodo 7h-8h – Mega Express I - scarico - ricettore R1.
Per questo ricevitore, posto sul fronte di un edificio direttamente prospiciente il porto, i livelli di frequenza mostrano l'importanza delle fonti di ventilazione, i cui livelli alle basse frequenze sono equivalenti ai livelli generati dal traffico stradale. Sebbene stazionario come il rumore del traffico, questo rumore di ventilazione è di natura diversa e quindi udibile. La cementeria, invece, genera livelli prossimi al traffico stradale per un terzo di ottava di 400 Hz. Questa sorgente è quindi nuovamente udibile e potenzialmente fastidiosa.
Questi esempi di risultati mostrano che è possibile analizzare e comprendere quali sono le fonti più impattanti per i residenti e quindi adattare le misure correttive.
Si noti che nella maggior parte dei casi studiati, una delle fonti più fastidiose è il rumore dell'impatto dei veicoli in transito sul "fischio" delle navi durante le operazioni di carico/scarico. Infatti, sebbene in termini di livello medio calcolato su un'ora, l'emergenza di questa sorgente non sia molto importante, la natura impulsiva di questo rumore lo rende comunque molto riconoscibile e potenzialmente fastidioso.

## *3.1.2. Misure correttive*

A seguito della diagnostica acustica, vengono proposti diversi accorgimenti per ridurre il fastidio associato all'emersione sonora legata alle sorgenti portuali.
Tra le possibili azioni, le seguenti misure hanno particolarmente attirato l'attenzione delle parti coinvolte:

- sostituzione del manto stradale con un rivestimento più silenzioso su tutte o parte delle corsie di traffico nell'area portuale;
- sostituzione dei veicoli commerciali con motori termici utilizzati nel porto con veicoli elettrici;
- installazione di materiali ammortizzanti sulle piattaforme per limitare il rumore da impatto durante l'ingresso e l'uscita dai veicoli dalla stiva delle navi;
- elettrificazione delle banchine che permetterebbe alle navi di non tenere accesi i propri generatori e quindi di escludere le cosiddette fonti di "ventilazione" quando le navi sono in banchina.

Insieme alle misure correttive sopra riassunte, i porti di Bastia e Portoferraio hanno anche pianificato e realizzato l'installazione di un sistema permanente per monitorare le emissioni sonore dalle fonti portuali e l'esposizione al rumore dalle abitazioni vicino al porto. Tale sistema di monitoraggio consentirà di verificare l'efficacia delle misure messe in atto, nonché di comunicare ai residenti i risultanti relativi al miglioramento dell'ambiente acustico

# CAPITOLO 2

## Sperimentazioni pilota a Bastia, Olbia e Portoferraio

# IL PORTO DI BASTIA

## A. DESCRIZIONE DI DETTAGLIO DELLA SPERIMENTAZIONE

### *Problemi iniziali rilevati con attività di monitoraggio ante-operam*

Frequenti sono state le proteste dei residenti, che segnalavano numerose sorgenti di inquinamento acustico attraverso lettere indirizzate alla Camera di Commercio o alla Communauté d'Agglomération di Bastia, inquinamento acustico che evidentemente non può essere negato.

In assenza di industrie situate all'interno dell'area portuale, l'inquinamento è costituito principalmente da:

- sorgenti di rumore specifiche legate all'operatività portuale, che sono fortemente emergenti e la cui mitigazione consentirebbe un significativo miglioramento dell'impatto dell'inquinamento acustico sui residenti (rumorosità impattiva durante le fasi di imbarco e sbarco dei mezzi dai traghetti, rumore dei motori a combustione, ecc.);
- importanti sorgenti sonore legate ai mezzi di servizio con motori a combustione, utilizzati nel porto sia per il carico/scarico delle navi (trattore portuale; macchine tipo Douglas), sia per operazioni regolari (carrello elevatore, sollevatore telescopico, navetta, ecc.);
- significative sorgenti sonore legate alle ventilazioni dei motori delle navi in banchina, a loro volta legate ai generatori elettrici di bordo.



### *Diagnosi tecnica*

L'assenza di un monitoraggio acustico continuo per valutare l'evoluzione dell'inquinamento acustico a lungo termine impedisce una diagnosi tecnica rigorosa dei livelli di rumorosità e quindi dell'impatto acustico, legati alle attività del porto commerciale di Bastia.

Per questo motivo, è necessario studiare il rumore delle attività portuali per quantificare l'impatto acustico delle sorgenti sonore del porto paragonato ad altre sorgenti di rumore esistenti, in particolare il traffico stradale.

Questa diagnosi coniuga da un lato la caratterizzazione sperimentale (mediante misurazione) delle sorgenti e dall'altro la previsione, mediante metodi standardizzati di calcolo della propagazione acustica, del loro contributo emissivo nelle zone abitate intorno al porto.

L'obiettivo di questo tipo di studio è quello di identificare le principali sorgenti di inquinamento acustico nel porto e di proporre soluzioni mirate di mitigazione.

Il modello di propagazione acustica utilizzato per calcolare i livelli sonori per mappe di ricevitori attorno al porto richiede i seguenti dati di input:

- geometria del sito
- flussi del traffico stradale
- flussi del traffico di carico e scarico navi
- posizionamento e potenza acustica di specifiche sorgenti identificate durante la fase di caratterizzazione sperimentale (la caratterizzazione è necessaria perché queste particolari sorgenti non sono presenti nei modelli di emissione acustica standardizzati come ad esempio quelli disponibili per le sorgenti di traffico stradale)
- condizioni meteorologiche al fine di considerarne l'influsso sulla propagazione acustica e quindi sui livelli di rumore simulati nei punti di ricezione.

Le attività del porto commerciale di Bastia che potenzialmente emettono rumore sono numerose e complesse. La seguente Tabella 1 fornisce un elenco delle principali sorgenti identificate nel caso del porto di Bastia e il loro scenario di utilizzo nell'arco della giornata.

Tabella 1: Principali tipologie di sorgenti sonore e scenari.

| **Tipologia di sorgente** | **Scenario** |
|---|---|
| Traffico stradale nelle vie di accesso al porto (esterno al porto) | Traffico "continuo" che può essere descritto da un flusso di traffico medio (TGMA) e variazioni giornaliere tipiche |
| Traffico stradale supplementare nella zona di emissione durante le fasi di carico e scarico | Aggiunta di flussi di traffico su rotte portuali e strade principali vicino al porto, prima del carico e dopo lo scarico delle navi (per circa un'ora) |
| Navi in navigazione | Rumore emesso durante il transito nella zona di emissione (durante le fasi di arrivo e di partenza delle navi, i cui orari sono forniti dall'autorità portuale) |
| Navi in banchina | Rumore emesso in modo continuo da navi attraccate (in particolare quelle che non sono alimentate tramite "cold ironing" e necessitano quindi di generatori per l'alimentazione degli impianti di bordo) |
| Circolazione dei mezzi di movimentazione orizzontale durante le fasi di carico e scarico delle navi | Rumore attivo solo durante le fasi di carico/scarico (spesso al mattino e alla sera) |
| Rumori specifici emessi quando i veicoli attraversano le rampe di accesso alle navi | Rumore attivo solo durante le fasi di carico/scarico (spesso al mattino e alla sera), solo per alcune banchine e alcune navi |
| Cementerie (sorgente industriale) | Rumore attivo durante le ore di produzione indipendentemente dal traffico portuale |

*Monitoraggio livelli di rumore della nave MEGA EXPRESS*

Distinguiamo due tipi di sorgenti:

- le sorgenti di rumore continuo la cui emissione è considerata stazionaria durante il periodo in cui la sorgente è attiva;
- le sorgenti di rumore occasionale la cui emissione è caratterizzata dal livello di emissione di un evento e dal numero di eventi nel periodo considerato.

Di tutte le sorgenti identificate, vengono prese in considerazione solo quelle che contribuiscono significativamente all'impatto acustico del porto sull'area di studio.
Le sorgenti selezionate sono le sorgenti principali associate alle tre navi:

- Pascal Paoli
- Mega Express I
- Pascal Lota

Si tratta di rumori di ventilazione distribuiti in vari punti delle navi e del rumore dovuto al passaggio sul pettine durante lo scarico dei rimorchi dalla Pascal Paoli da parte dei mezzi RO-RO (Roll-On/Roll-Off).

I calcoli dell'esposizione al rumore vengono eseguiti sia per i ricevitori posizionati nei luoghi pubblici (con l'obiettivo di migliorare la qualità acustica nelle aree urbane), sia per i ricevitori posizionati sulle facciate degli edifici (con l'obiettivo di migliorare il benessere interno alle abitazioni).

L'indicatore medio europeo Lden calcolato su una giornata media tipica è destinato a quantificare l'esposizione e gli effetti a lungo termine sulla salute. Considerando i livelli delle sorgenti di rumore aggiuntive generate dal porto e i periodi in cui sono attive, questo indicatore risulta solo leggermente influenzato dalle attività portuali. Per questo motivo, nel caso del porto, è utile caratterizzare l'esposizione con un indicatore calcolato su periodi più brevi, più rappresentativo dell'esposizione percepita dai residenti durante specifici periodi associati a determinate attività portuali come l'arrivo o lo scarico/carico delle navi.

Dai risultati delle simulazioni effettuate nel porto di Bastia si possono trarre diverse conclusioni:

- l'impatto delle attività portuali dipende dalla mappa di ricevitori considerata, a seconda che sia direttamente esposta ai rumori portuali e al rumore del traffico stradale (ad esempio, una particolare strada, direttamente in asse con il pettine della piattaforma di carico di una nave, è altamente esposta al rumore impattivo del pettine, mentre è poco esposta al rumore stradale, poiché il traffico è basso. Per questa strada l'emergenza del rumore portuale è alta);
- la natura impulsiva di alcune sorgenti portuali, come il rumore dei pettini, le rende chiaramente distinguibili nelle aree esposte rispetto al rumore ambientale, anche a livelli associati ai punti di ricezione che sono equivalenti o inferiori al livello di rumore residuo del traffico;
- la principale sorgente di inquinamento acustico inizialmente identificata, che è emersa durante le analisi quantitative, è chiaramente il rumore dell'impatto dei veicoli in transito sul pettine durante le operazioni di carico/scarico di una determinata nave;
- nella maggior parte dei casi, il traffico stradale della città di Bastia maschera in parte le sorgenti portuali, quando il traffico stradale diminuisce (per esempio la sera dopo le ore 19), le sorgenti portuali possono diventare più distinguibili e quindi potenzialmente fastidiose, in particolare a causa delle loro marcate caratteristiche impulsive o tonali.



## *Obiettivi di mitigazione dei fenomeni di inquinamento acustico rilevati*

La realizzazione del progetto DECIBEL ha permesso di prendere coscienza del forte impatto delle problematiche acustiche nei porti urbani.
Attraverso il progetto è stato possibile conoscere e quantificare le principali sorgenti di rumori caratteristici del porto commerciale di Bastia, con la consapevolezza che l'impatto acustico non è limitato all'interno del porto, ma si irradia in tutta la città con conseguenze riconosciute sulla salute pubblica.
Una volta identificato l'inquinamento acustico, è stato realizzato un modello per valutare la propagazione sonora delle sorgenti di rumore presenti nel porto commerciale di Bastia, al fine di conoscerne l'impatto acustico su tutta la città di Bastia, in funzione delle aree (residenziali, commerciali, di uffici ecc.).
Questa diagnosi ha permesso di proporre e poi implementare soluzioni sperimentali con l'obiettivo di ridurre l'emissione delle sorgenti di rumore legate alle attrezzature portuali.
Lo sviluppo e l'implementazione di nuovi metodi per prevedere l'esposizione al rumore generato dagli impianti portuali hanno permesso una diagnosi dell'impatto dell'inquinamento sui residenti.
Questi sviluppi hanno consentito di estendere le tecniche di mappatura acustica esistenti per consentire una caratterizzazione precisa delle sorgenti di rumore presenti in un porto e calcolare i livelli di esposizione previsti associati a diverse configurazioni o scenari di attività del porto stesso.

## *Attività/acquisti realizzati*

La sorgente rilevata come maggiormente impattante, così come a Portoferraio e probabilmente in un gran numero di porti, è il rumore dei veicoli che transitano dalla banchina alla rampa di accesso della nave; seguito dal rumore delle navi (motore, ventilazione) e rumori legati all'operatività del porto (motori dei mezzi di servizio).

In seguito a questa constatazione, è emerso che una nave in particolare emetteva molto più rumore delle altre. Dopo aver studiato la meccanica della causa del rumore, si è scoperto che era dovuto principalmente a un asse deformato a livello dei fischietti delle rampe di accesso, che impediva alla rampa di avere un angolo di attacco ottimale.
Per rimediare, l'armatore ha approfittato di una revisione della nave per riparare gli assi. Il porto, dal canto suo, ha acquistato una rampa inclinata mobile che viene posizionata in caso di necessità, in funzione delle caratteristiche della nave, e che permette di ottimizzare l'angolo d'attacco della rampa d'accesso, limitando così il rumore impattivo prodotto dalle vibrazioni della rampa al passaggio dei veicoli.

*Veicoli elettrici acquistati  da CCI*

Nel caso della nave in questione, che rappresentava una sorgente di rumore particolarmente significativa, la riparazione degli assi dei fischietti è stata sufficiente a portare il rumore a un livello simile a quello delle altre piattaforme, più accettabile.

Inoltre, il posizionamento della rampa inclinata mobile per le navi che necessitano di questo allestimento tecnico ha permesso di ridurre significativamente il rumore caratteristico delle fasi di imbarco/sbarco.

Per quanto riguarda il rumore emesso dalle navi, è stato deciso per le navi che rimangono in banchina per un lungo periodo, di collocarle il più lontano possibile dalla città, utilizzando banchine appropriate e naturalmente tenendo conto del tempo atmosferico e delle condizioni di operatività del porto.

Per quanto riguarda il rumore dei mezzi di servizio con motore a combustione, la CCI ha acquistato 4 mezzi elettrici per sostituire 4 mezzi a combustione per la movimentazione portuale.

## *Costi della sperimentazione*

Per quanto riguarda il rumore dei veicoli che transitano dalla banchina alla rampa di accesso delle navi, il porto ha acquistato una rampa inclinata mobile, per un costo di 26.000 euro.

Per quanto riguarda il rumore dei mezzi di servizio con motore a combustione, la CCI ha acquistato 4 mezzi elettrici:

- 2 mezzi Goupil G4 per l'importo di: 48 402.67 €
- 2 mezzi Goupil G2 per l'importo di: 30 317.50 €

Per quanto riguarda il rumore di scorrimento dei veicoli, nella zona di accesso al porto, dove i veicoli arrivano a velocità relativamente alte (70/80 km/h), parte della pavimentazione (rivestimento) è stata sostituita con un rivestimento fonoassorbente, che tende a ridurre il rumore di scorrimento, per un importo di 39 809,00 €.

Le misure adottate attraverso i piani di azione DECIBEL hanno portato a una spesa di circa 145.000,00 euro.

## *Risultati attesi*

L'impatto del piano d'azione di Bastia sull'inquinamento acustico è stato in parte esaminato durante lo studio previsionale d'impatto realizzato durante la prima fase del progetto DECIBEL.

Innanzitutto, la riparazione del fischietto della piattaforma di carico della Pascal PAOLI ha permesso di eliminare la principale fonte di inquinamento acustico legata al rumore impattivo del fischietto. Questa sorgente era all'origine di gran parte delle proteste dei residenti.

L'acquisto del piano inclinato mobile permetterà inoltre di diminuire il rumore legato al carico e allo scarico delle navi, il che riduce ulteriormente il disturbo dei residenti.



I veicoli di servizio del porto, ora alimentati elettricamente, determineranno anche una diminuzione significativa del rumore delle attività portuali, in particolare dove il rumore di questi veicoli domina le altre fonti presenti. L'eliminazione del rumore della propulsione dei veicoli (il rumore del motore elettrico è considerato trascurabile) può portare a riduzioni medie del livello di 10 dB(A) o più.
Infine, la sostituzione della pavimentazione esistente con asfalto fonoassorbente sulle strade di accesso alle navi dovrebbe ridurre il rumore di conduzione dei veicoli. A seconda delle condizioni della pavimentazione esistente, la riduzione media dei livelli di rumore per questo tipo di sorgente è generalmente tra 3 e 6 dBa.

## *Risultati effettivi documentati dalle attività di monitoraggio post-operam*

In seguito all'implementazione delle misure dettagliate precedentemente, si prevede una riduzione significativa dell'impatto del rumore generato dal porto commerciale di Bastia. La valutazione precisa di questa riduzione richiede delle misurazioni.
Per effettuare queste misurazioni, piuttosto che utilizzare una campagna di misurazioni puntuali, è sembrato più appropriato, e più significativo in termini di indicatori, utilizzare i dati dei sensori di monitoraggio installati nel contesto di un altro progetto Interreg.
I sensori di monitoraggio acustico, che sono 3, installati nel porto commerciale di Bastia, permettono di monitorare in tempo reale l'evoluzione dei livelli di rumore legati alle attività portuali per un importo di € 56.404,00 (installati nell'ambito del progetto Mon Acumen).
Attraverso queste misure di monitoraggio è possibile quantificare l'impatto delle azioni svolte sull'emissione acustica delle fonti sonore generate dalle operazioni portuali.
Purtroppo il contesto economico e sanitario ha ritardato molto l'installazione dei sensori, realizzata il 21 dicembre 2021, con un ritardo di 5 mesi, attribuito a ritardi nella consegna del materiale.
Questo materiale è stato bloccato per 5 mesi, in seguito al problema nei trasporti "Inghilterra/Europa", che è stato causato dalla Brexit.
Ad oggi i sensori sono operativi e l'accesso al database è in corso di realizzazione per rendere i dati disponibili a ricercatori e accademici e aumentare le loro fonti di informazione.

Nonostante il ritardo nell'implementazione della soluzione di monitoraggio, sembra che il livello di rumore generato dal porto di Bastia sia diminuito significativamente. Infatti, dopo l'implementazione di queste misure, le proteste dei residenti riguardo al rumore generato dagli impianti portuali sono state meno frequenti. In particolare, nessuna protesta riguardante l'inquinamento acustico è stata registrata da maggio 2020.

## *Criticità rilevate nella fase di sperimentazione*

Nel contesto dei progetti acustici, la BREXIT ha avuto un impatto su tutti i progetti a cui ha partecipato la CCI. Infatti alcuni dei suoi fornitori si trovano in Inghilterra, per cui la consegna del materiale ha subito ritardi di diversi mesi, in particolare proprio la consegna dei sensori di monitoraggio.
Il contesto sanitario ha avuto inoltre un forte impatto sul buon andamento del progetto, causando grandi ritardi per il rallentamento generale dell'economia, ma anche per le difficoltà a lavorare in sinergia, a causa delle difficoltà legate agli spostamenti che hanno impedito qualsiasi riunione in presenza.

# B. PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE

## *Know-how: la capacità del progetto di migliorare le conoscenze e le competenze degli enti pubblici coinvolti.*

Il progetto ha reso tutti gli attori portuali (pubblici e privati) consapevoli dell'importanza della gestione delle emissioni sonore. Vari ambiti sono interessati da questa presa di coscienza.

### 1. Sull'impatto sanitario globale legato al benessere ambientale

Il rumore è un fenomeno acustico che produce una sensazione uditiva considerata sgradevole o fastidiosa. Il rumore eccessivo ha effetti sugli organi dell'udito (dimensione fisiologica), ma può anche disturbare l'organismo in generale, incluso il sonno o il comportamento (dimensione psicologica).

Lo sviluppo delle infrastrutture di trasporto causa un inquinamento acustico che è sempre più percepito dai residenti. Per prevenire e ridurre il rumore delle infrastrutture di trasporto, lo Stato ha attuato una politica basata su una logica di prevenzione e di recupero di situazioni critiche.

Vengono qui richiamati gli obblighi dei proprietari delle infrastrutture, degli enti locali responsabili dei documenti di urbanistica e dei costruttori di edifici per prevenire e ridurre il rumore delle infrastrutture di trasporto.

Lo sviluppo di infrastrutture portuali, strade e vie di accesso, così come l'urbanizzazione mal controllata nelle vicinanze di queste infrastrutture di trasporto, hanno creato situazioni critiche. Il numero di abitazioni colpite da un eccessivo inquinamento acustico è molto alto.

Di fronte a questa situazione, il "Grenelle de l'environnement" (ndt: processo di pianificazione dell'economia ambientale) ha rivitalizzato la politica basata sulla prevenzione, il trattamento del rumore alla fonte e l'eliminazione delle situazioni più critiche, cioè i punti neri del rumore, e ha fornito risorse significativamente maggiori per le reti stradali e ferroviarie nazionali.

Queste misure sono state rafforzate dall'attuazione della direttiva 2002/49/CE del 25 giugno 2002 relativa alla valutazione e alla gestione del rumore ambientale, che richiede, in particolare per le infrastrutture più importanti, la successiva elaborazione di una mappa acustica strategica e poi di un piano d'azione, noto come piano di prevenzione del rumore ambientale (PPBE).

### 2. Sull'impatto sulla salute dei lavoratori

Il rumore fa parte delle cause di malattie professionali dal 1963. Il principio generale di prevenzione afferma che "il datore di lavoro è obbligato a ridurre il rumore al più basso livello ragionevole possibile".
La direttiva europea 2003/10/CE, tradotta nel diritto francese con il decreto 2006-892 del 19 settembre 2006 e l'ordinanza del 19 luglio 2006, stabilisce le soglie di esposizione professionale al rumore:

- 80 dB(A) e 135 dB(C) sono il valore di esposizione inferiore che deve comportare un'azione di prevenzione,
- 85 dB(A) e 137 dB(C) sono il valore di esposizione superiore che deve generare delle azioni correttive
- 87 dB(A) e 140 dB(C) sono il valore limite di esposizione (valore che tiene conto dell'attenuazione dovuta all'utilizzo di una protezione individuale contro il rumore) che non deve mai essere superato.
- Progressi nella gestione dell'inquinamento acustico.



Grazie al progetto Decibel il porto di Bastia ha ridotto la sua produzione di inquinamento acustico. Gli investimenti fatti hanno permesso di ridurre significativamente la fonte di inquinamento.

L'installazione di sensori di monitoraggio acustico ci permette di prevedere di continuare sulla strada del miglioramento. Con l'aiuto di questi indicatori permanenti sarà possibile quantificare con precisione e continuità l'inquinamento acustico causato dalle attività portuali.

Va notato che l'installazione dei sensori ha subito un ritardo a causa del particolare contesto (epidemia, Brexit, ecc.). Malgrado il fatto che questi indicatori sono attivi solo da poche settimane e che i dati grezzi sono ancora in fase di elaborazione, un fatto importante deve essere preso in considerazione. Le proteste dei residenti sono diminuite drasticamente, suggerendo che la produzione di rumore nell'ambito portuale è certamente diminuita.
Al di là della quantificazione dei livelli di rumore, la percezione dei residenti e dei lavoratori locali rimane un fattore di fondamentale importanza.

## *Capitalizzazione e sinergia con altri progetti esistenti nei siti pilota*

Il progetto DECIBEL fa parte di una serie di progetti del cluster Interreg sulla sostenibilità dei porti, in particolare sul tema dell'acustica, a cui partecipa il porto di Bastia.
Nell'ambito del progetto Mon Acumen il porto di Bastia ha acquistato e installato alcuni sensori per il monitoraggio acustico permanente, che permetteranno la raccolta dei dati necessari per un'analisi dei fenomeni acustici nel lungo periodo.
Attraverso il progetto List Port è stato possibile studiare l'impatto acustico dei flussi di traffico e i metodi da attuare per limitare questo impatto.
Attraverso questo progetto il porto di Bastia si è dotato di mezzi tecnici di valutazione del traffico, rendendo possibile l'incrocio dei dati acustici con un altro importante indicatore, quello relativo al traffico generato dal porto di Bastia.
Il feedback dei vari progetti acustici in cui è coinvolta la CCI del Porto Commerciale di Bastia ha reso possibile la condivisione delle esperienze, in particolare mettendo in comune il materiale e i vari partecipanti.

## *Sostenibilità: capacità di autofinanziamento per il mantenimento futuro delle attività pilota sperimentate*

L'acquisto di veicoli elettrici è importante per l'impatto ambientale, sia in termini di inquinamento atmosferico che di emissioni acustiche. La sostituzione dell'intera flotta di veicoli di servizio è già prevista nel prossimo futuro.
L'acquisto di sensori di monitoraggio e dei servizi correlati fornirà una visione in tempo reale dell'impatto acustico delle attività portuali.
L'analisi potrà essere proseguita per diversi anni e adattata al contesto ambientale, modificando la posizione di questi sensori, se si presenta la necessità (lavori particolari, cambio di destinazione delle apparecchiature, ecc.).
Il mantenimento degli investimenti fatti sarà autofinanziato dal gestore del porto di Bastia.
Occorre osservare che:

- i costi di manutenzione dei veicoli elettrici sono inferiori a quelli dei motori a combustione;
- le pavimentazioni in asfalto fonoassorbente hanno una vita stimata di più di 10 anni, ma in pratica sembra che le pavimentazioni di questo tipo posate 15 anni fa siano ancora valide e non richiedano alcuna manutenzione;

- le rampe inclinate mobili da posizionare sotto le rampe di accesso sono fatte in acciaio galvanizzato. Per esperienza, questa tecnologia è molto efficace, nonostante le condizioni del porto, gli spruzzi del mare, che sono molto corrosivi per l'acciaio non trattato. I costi di movimentazione associati all'implementazione sono assorbiti dalle tasse portuali.

L'acquisizione dei sensori di monitoraggio e dei servizi correlati fornirà una visione in tempo reale dell'impatto acustico delle attività portuali.
L'analisi può proseguire per diversi anni ed essere adattata al contesto ambientale, modificando la posizione di questi sensori, se si presenterà la necessità (lavori particolari, cambiamento di destinazione delle attrezzature, ecc.).
Questa attività sarà autofinanziata dal gestore. Gli sviluppi legislativi richiederanno presto al datore di lavoro di tenere conto dei livelli di rumore nell'ambiente dei lavoratori. Le misurazioni dei livelli di rumore sono essenziali alla luce di questa nuova legislazione.

### *Sensibilizzazione e coinvolgimento dei cittadini nel raggiungimento degli obiettivi e dei risultati delle sperimentazioni*

Tavole rotonde dovevano essere realizzate coinvolgendo tutti gli stakeholder. Il contesto sanitario non ha permesso di sensibilizzare i cittadini quanto avremmo voluto. Tuttavia, attraverso altri progetti Interreg, si sono tenuti incontri con istituzioni e cittadini, durante i quali abbiamo potuto notare una consapevolezza del reale impatto del rumore.



### *Trasferibilità: riproducibilità della sperimentazione in un altro contesto locale.*

L'esperienza è riproducibile, la legislazione (francese) si evolve e tende a rendere obbligatorio il fatto di prendere in considerazione il concetto di impatto acustico.

Tutti gli investimenti fatti a Bastia saranno trasferibili ad altre piattaforme portuali se le caratteristiche di partenza saranno simili.

- L'acquisto di un veicolo elettrico in sostituzione di un veicolo a combustione può essere fatto su tutte le piattaforme portuali. Gli sviluppi riguardanti questa tecnologia sono molto importanti e hanno un impatto su diversi aspetti ambientali.
- L'implementazione di una piattaforma per ottimizzare l'angolo di attacco delle rampe di accesso delle navi è un'innovazione che permette di ridurre significativamente la fonte di rumore. Questa soluzione può essere combinata con l'utilizzo di una pavimentazione fonoassorbente, che ridurrà la fonte di rumore in modo ancora più significativo.
- Per quanto riguarda la pavimentazione in asfalto fonoassorbente, l'implementazione di questo investimento porta un guadagno significativo in 2 casi:
- Velocità di scorrimento superiore a 60 km/h
- Veicolo a motore elettrico

Se il contesto è favorevole, è consigliabile optare per questo tipo di pavimentazione quando si rifanno le strade, poiché lo sviluppo dei veicoli elettrici renderà questa soluzione sempre più rilevante nel futuro a breve termine.

# IL PORTO DI OLBIA

## A. DESCRIZIONE DI DETTAGLIO DELLA SPERIMENTAZIONE

### *Problemi iniziali rilevati con attività di monitoraggio ante-operam*

Gli incaricati del monitoraggio (DiCAAR- Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e architettura di UNICA) non hanno manifestato criticità di rilievo.
Nella fase ante-operam è stata svolta l'analisi acustica ambientale dell'area portuale in modo da avere un quadro conoscitivo sufficientemente esaustivo di tutti gli elementi che concorrono alla determinazione degli scenari di clima acustico e di traffico. L'analisi è volta anche alla individuazione delle eventuali criticità per la successiva valutazione del piano di intervento.
Lo studio è orientato alla caratterizzazione acustica dell'area portuale della città di Olbia attraverso una analisi propedeutica preliminare condotta con il reperimento e la raccolta dei dati informativi, pertinenti alla descrizione del contesto socio-economico e demografico, del sistema dei trasporti, del sistema ambientale e della pianificazione territoriale.
L'attività è stata funzionale all'obiettivo di contribuire alla riduzione dell'inquinamento acustico causato dai flussi veicolari connessi alla presenza del porto commerciale.

### *Obiettivi di mitigazione dei fenomeni di inquinamento acustico rilevati*



Per ottenere la riduzione del rumore, quantificabile tramite acquisizioni sperimentali, è necessario intervenire su tutte le sorgenti sonore. In particolare si è ritenuto di poter intervenire in modo particolarmente efficace attraverso interventi mirati alla pavimentazione stradale con il supporto oggettivo delle indicazioni provenienti dalle acquisizioni acustiche ambientali.
Senz'altro il decremento dell'inquinamento acustico dovuto all'elevato traffico veicolare, indotto dalla presenza del porto ubicato nel cuore della città, è stato l'elemento fondante ed obiettivo primario di tutta l'attività di progetto, in completa adesione ai principi ispiratori del Programma.

### *Attività/acquisti realizzati*

Una volta rilevati i parametri acustici dello stato dei luoghi prima dell'esecuzione delle opere, che palesavano valori di una certa criticità il DiCAAR unitamente agli input di studio dell'Università di Genova hanno individuato un modello/studio di abbattimento dei parametri citati: obiettivo perseguibile attraverso la sostituzione di 1500 mq della pavimentazione in pietra esistente con idoneo asfalto fonoassorbente in taluni tratti di viabilità di connessione tra porto e centro città.
Per la pubblicità del progetto, come da Convenzione Interpartenariale, il Comune di Olbia ha provveduto ad affidare ad una ditta specializzata la realizzazione e la fornitura di gadget e materiale informativo/divulgativo da distribuire ai partner di progetto e ai fruitori delle manifestazioni dedicate

## *Costi sostenuti per la realizzazione della sperimentazione*

Riassumiamo le principali voci di spesa:

| | | |
|---|---|---|
| assistenza scientifica DICAAR | euro | 83600 |
| pavimentazione fonoassorbente | euro | 216740 |
| coordinatori per la sicurezza CSP/CSE | euro | 5940 |
| accordo di collaborazione con Autorità Portuale | euro | 1650 |

## *Risultati attesi*

Le finalità attese coincidono con gli obiettivi di partenza, ovvero una sensibile diminuzione dell'impatto acustico in città nella zona portuale. Tale risultato è senz'altro auspicabile e rientra come elemento coadiuvante nel miglioramento della qualità della vita per l'utente urbano.

## *Risultati effettivi documentati dalle attività di monitoraggio post-operam*

Le attività sperimentali, per la determinazione del rumore generato dal traffico veicolare, nel periodo di riferimento ex – post, cioè a seguito della realizzazione della nuova pavimentazione stradale con materiali fonoassorbenti, sono state condotte nei medesimi punti di misura utilizzati durante la fase ex-ante e mantenendo la simultaneità della catena dei rilievi di traffico rispetto alla catena dei rilievi acustici. Sebbene i due periodi di riferimento (ex ante ed ex post) possano ritenersi equivalenti per quanto riguarda le posizioni e la durata dei rilievi, tuttavia occorre precisare che in entrambi i casi le condizioni operative a cui occorre riferirsi sono quelle di assenza di flusso libero della portata veicolare e di transitorietà del regime di moto. Queste sorgenti di variabilità che compromettono il realizzarsi del requisito «a parità di altre condizioni» non facilitano certamente un confronto diretto delle due campagne di misura e impongono quindi l'utilizzo di elaborazioni per riportare i risultati a delle condizioni che possano essere ritenute di riferimento. In questa sede verranno riportati e analizzate le time lines dei rilievi acustici in sincronia con i rilievi di traffico per le postazioni fonomentriche ubicate in corrispondenza di tre punti di misura dei livelli di pressione sonora:

a) l'intersezione semaforica posizionata in via Principe Umberto in prossimità del Municipio del comune di Olbia,
b) Il sottopassaggio adiacente a via Genova;
c) la rotonda Sacro Cuore.



## *Punto di misura difronte al Municipio di Olbia*

Figura 1 Postazione di misura posizionata difronte al Municipio di Olbia in via Principe Umberto.

In figura 1 viene visualizzata la postazione fonometrica posizionata difronte al Municipio di Olbia in via Principe Umberto. I rilievi post operam relativi alla postazione dell'intersezione semaforica si sono rivelati essere influenzati dalla presenza di sorgenti rumorose causate da attività non correlabili con la realizzazione temporale degli andamenti del flusso veicolare. Per questo motivo, nel presente report, non potranno essere direttamente utilizzati per quantificare l'effetto di mitigazione derivante dal utilizzo dei materiali fonoassorbenti nella pavimentazione stradale.

## *Punto di misura Via Genova*

Figura 2 Postazione di misura posizionata in via Genova

In figura 2 viene visualizzata la postazione fonometrica posizionata in via Genova, mentre in figura 3 vengono riportati gli andamenti dei livelli equivalenti di pressione sonora con tempo di integrazione pari ad 1 ora, insieme agli andamenti del numero complessivo degli eventi dei passaggi veicolari sulle tre sezioni di misura del traffico veicolare posizionate in via Genova, all'uscita del sottopassaggio direzione ss125 e nella sopraelevata ss125.

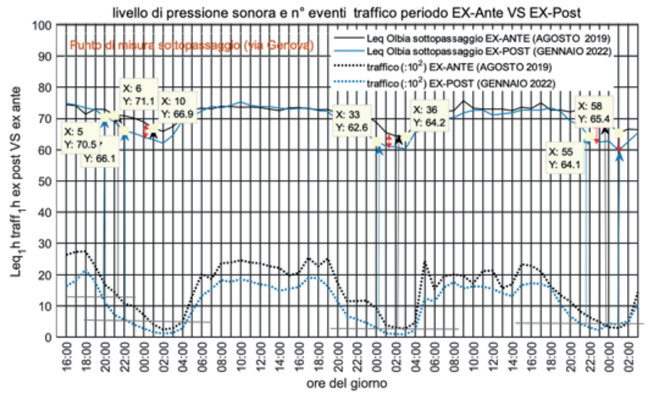



Figura 3 Via Genova. Confronto degli andamenti dei livelli di pressione sonora e del numero dei passaggi veicolari del periodo Ex anteed Ex post.

Si può osservare che il traffico veicolare del periodo ex - ante è significativamente più intenso rispetto al periodo ex – post, poiché il primo periodo fa riferimento al periodo di punta annuale per il numero di imbarchi e sbarchi sull'isola. Il corrispondente livello di pressione sonora è coerentemente più elevato del corrispondente andamento del periodo ex ante. Questo risultato ci permette di disporre di un campo di analisi utile e consistente per quantificare l'effetto mitigatorio della nuova pavimementazione fonoassorbente. Si possono identificare alcuni intervalli di misura caratterizzati da un differenziale del livello di pressione sonora che può essere preso in considerazione per determinare il margine di attenuazione dell'effetto fonoassorbente della pavimementazione. Inoltre, lungo la time line di misura, è possibile individuare eventi di pari intensità veicolare, dove il valore del livello di pressione sonora risulta inferiore anche di qualche unità di decibel in corrispondenza del periodo ex- post rispetto al valore del periodo ex-ante.

## *Punto di misura Rotonda Sacro Cuore*

Figura 4 Postazione di misura posizionata nella Rotonda Sacro Cuore

In figura 4 viene visualizzata la postazione fonometrica posizionata nella Rotonda denominata Sacro Cuore, mentre in figura 5 vengono riportati gli andamenti dei livelli equivalenti di pressione sonora con tempo di integrazione pari ad 1 ora, insieme agli andamenti del numero complessivo degli eventi dei passaggi veicolari sulle sezioni di misura del traffico veicolare posizionate in via Principe Umberto e nella rotonda Sacro Cuore.

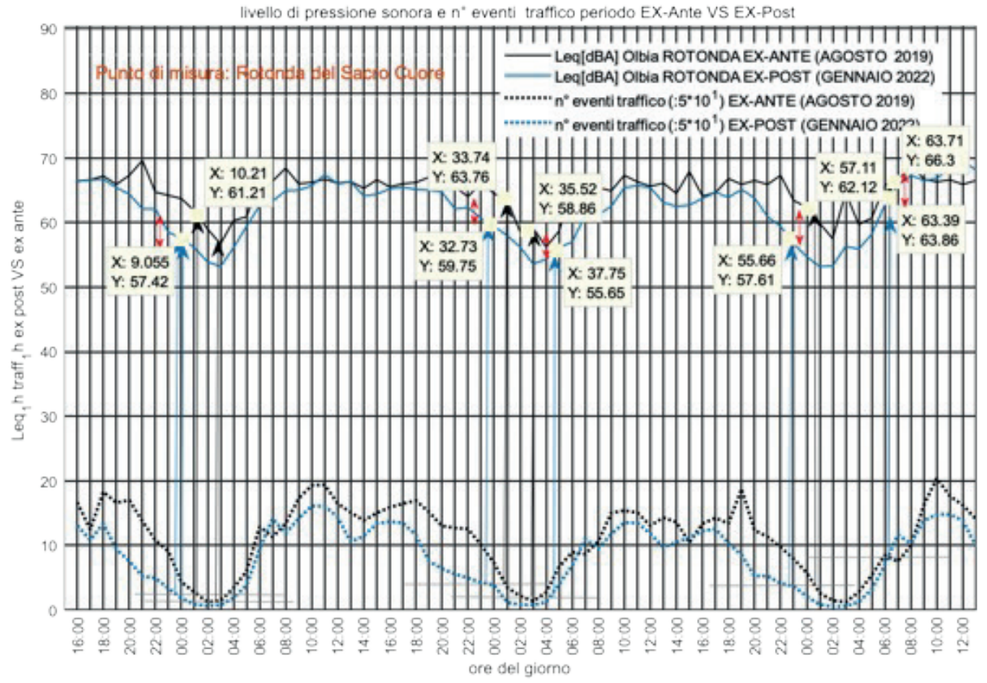



Figura 5 Rotonda Sacro Cuore via principe Umberto. Confronto degli andamenti dei livelli di pressione sonora e del numero dei passaggi veicolari del periodo ex ante ed ex post.

Anche in questo caso, si può osservare che il traffico veicolare del periodo ex-ante è significativamente più elevato rispetto al periodo ex – post infatti il primo periodo fa riferimento al periodo di punta annuale per il numero di imbarchi e sbarchi sull'isola. Il corrispondente livello di pressione sonora è coerente con gli andamenti e l'ampiezza del flusso veicolare. Possiamo osservare la presenza di ampi intervalli di temporali in cui il livello di pressione sonora del periodo ex-post si mantiene significativamente al di sotto del corrispondente andamento del periodo ex-ante a parità di numero di eventi di passaggi veicolari riscontrati nei due periodi di riferimento. Anche in questo caso, si dispone di un consistente campo di analisi utile e consistente per quantificare l'effetto mitigatorio della nuova pavimementazione fonoassorbente.

# B. PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE

## *Know how: capacità del progetto di migliorare le conoscenze e competenze degli Enti coinvolti*

Attraverso il progetto DECIBEL è stato possibile mettere a punto delle metodologie avanzate per il miglioramento del clima acustico del fronte portuale. Il progetto pilota ha infatti coinvolto competenze trasversali, che hanno coinvolto diversi soggetti attraverso una collaborazione a stretto contatto con scambi di conoscenze, punti di vista e aggiornamenti costanti e frequenti.

## *Innovazione: sviluppo di metodi d'intervento tecnici, semplificazioni amministrative, metodi di monitoraggio, innovazione di prodotto e/o di servizio*

La soluzione progettuale adottata ha individuato in un semplice elemento di progetto – la sostituzione della pavimentazione stradale – un mezzo idoneo per contribuire ad abbattere le emissioni sonore. L'uso dell'asfalto fonoassorbente, scelto anche in funzione della sua caratteristica di provenienza al 100% da materiale riciclato e riciclabile, in centro città è per la realtà locale una nuova metodologia che apre la strada a suoi futuri impieghi anche per altre aree urbane. È costante obiettivo dell'amministrazione comunale il perseguire ed attuare il più alto grado di opere in linea con le previsioni di sostenibilità ambientale.



## *Capitalizzazione: capacità del progetto di sfruttare esperienze e relazioni sfruttate in altri progetti*

Attraverso la sinergia con gli altri progetti del cluster Interreg Italia Francia marittimo sull'inquinamento acustico nei porti è stato possibile sfruttare le metodologie di analisi messe a punto in particolare nei progetti Report e Listport, al fine di individuare e caratterizzare correttamente le cause e le fonti di rumore che hanno maggiore impatto sul clima acustico urbano preso in esame.

Attraverso accurate acquisizioni sperimentali sul traffico veicolare e del rumore attraverso postazioni fonometriche si sono potute individuare le correlazioni causa-effetto che determinano il clima acustico nel fronte portuale.

Quindi in virtù del modello di analisi previsionale e di individuazioni delle cause, si è potuto più accuratamente concentrare l'attenzione sugli aspetti legati alla pavimentazione stradale, sugli effetti nel fenomeno del rotolamento dei pneumatici e sui fenomeni di riflessione e rifrazione delle onde acustiche.

## *Integrazione/sinergie con altre progettualità esistenti nei siti pilota*

In seguito agli interventi sulla pavimentazione stradale è stato possibile eseguire ulteriori acquisizioni sperimentali che hanno permesso di dimostrarne l'efficacia e il beneficio in modo oggettivo. Inoltre è stato possibile ampliare il database acustico e di offrire una ulteriore occasione di validazione per i modelli sviluppati nel corso dello svolgimento degli altri progetti del cluster Interreg sull'inquinamento acustico nei porti.

## *Sostenibilità: capacità di autofinanziamento per il mantenimento futuro delle attività pilota sperimentate*

La nuova pavimentazione ha da subito comportato la diminuzione delle continue spese per la manutenzione della pavimentazione lapidea preesistente. Attualmente il mantenimento delle prestazioni rese dal sito trattato rientrano nella gestione ordinaria delle pavimentazioni stradali con un sensibile risparmio rispetto ai precedenti costi.

## *Sensibilizzazione e coinvolgimento della cittadinanza al raggiungimento degli obiettivi e risultati delle sperimentazioni*

Il comune ha proceduto a fornire informazioni e dettagli del progetto attraverso i propri canali informativi come il sito istituzionale e la stampa locale.

## *Trasferibilità: riproducibilità della sperimentazione in altro contesto locale*

Le caratteristiche dell'opera attuata permettono la sua diffusione e ripetibilità in qualsiasi contesto urbano che possa avere esigenze di provvedere alla diminuzione dell'inquinamento acustico derivante da eccessivo traffico veicolare.

# IL PORTO DI PORTOFERRAIO

## A. DESCRIZIONE DI DETTAGLIO DELLA SPERIMENTAZIONE

### *Problemi iniziali rilevati con attività di monitoraggio ante-operam*

I primi rilievi di emissioni sonore derivanti dagli impatti sulle rampe delle navi RoRo sono stati effettuati nel 2019 all'interno di uno studio commissionato da Anci Toscana presso gli scali di Portoferraio. Tali rilievi hanno avuto lo scopo di fornire un inquadramento generale della rumorosità impattiva su alcuni moli, attraverso l'acquisizione delle serie temporali dei livelli Laeq e spettro. In questa fase non è stato effettuato uno studio approfondito dei meccanismi di generazione del rumore, in quanto non rientrava tra gli obbiettivi di questo studio preliminare.

Nel mese di giugno 2021 sono stati fatti ulteriori rilievi sul molo n.2, durante i quali è emersa la presenza di una pluralità di sorgenti sonore consistenti negli elementi di seguito elencati:

- impatto del pettine della nave sulla piastra metallica ancorata sul calcestruzzo del molo
- urti dei giunti con le cerniere di ancoraggio del portellone alla nave
- urti dei giunti con le cerniere di ancoraggio del portellone al pettine



Queste sorgenti sonore hanno diversa emissione in fase di entrata o di uscita dei veicoli. Presentano inoltre una notevole variabilità in funzione del punto di accesso del veicolo sulla rampa, raggiugendo valori di picco quando il veicolo stesso transita sopra un giunto difettoso. Dipendono inoltre dalla velocità e dalla tipologia del veicolo.

Purtroppo, a causa dell'intensa attività portuale dovuta al periodo estivo in cui sono state effettuate le misure, non è stato possibile effettuare approfondimenti in questa sessione di misura. Le misure sono riferite al transito di numerosi veicoli in rapida sequenza, senza aver avuto la possibilità di rilevare singoli eventi isolati e senza la possibilità di determinare il contributo emissivo delle singole sorgenti sonore.

Ad agosto 2021 sono stati effettuati dei rilievi post operam, dopo l'installazione di una pannellatura in gomma presso il molo n.2 effettuata nel mese di luglio. Per gli stessi motivi suddetti, non è stato possibile determinare il contributo emissivo delle singole sorgenti sonore e valutarne l'attenuazione conseguita a seguito della realizzazione dell'intervento. La pavimentazione in gomma realizzata presso il molo n.2 è stato oggetto di attività di progettazione preliminare al fine di individuare non solo il miglior prodotto sul mercato che garantisse un'ottima resa da punto di vista della resistenza ma anche per quanto concerne gli aspetti legati alla riduzione acustica.

Nel mese di dicembre 2021, grazie al periodo di minore intensità dell'attività portuale, le compagnie navali si sono rese disponibili per effettuare alcuni rilievi acustici in condizioni controllate. Con l'assistenza degli armatori, è stato possibile far entrare e uscire dalla nave più volte una stessa vettura su molo n.1 in modo da poter rappresentare una situazione analoga a quella presente nel molo n.2 ante operam.

È stato inoltre simulato un caso ante-post su molo n.7. Sono stati acquisiti i livelli sonori prodotti dai transiti isolati di varie vetture in entrata sulla nave durante un primo sbarco. Successivamente, dopo aver posizionato provvisoriamente una striscia in gomma lungo tutta la rampa, sono nuovamente stati acquisiti i transiti isolati durante un secondo sbarco.

### *Obiettivi di mitigazione dei fenomeni di inquinamento acustico rilevati*

Il rumore impulsivo generato all'uscita dei veicoli dalle navi RoRo è prodotto dalle tre componenti predominanti precedentemente menzionate:

- impatto del pettine della nave sulla piastra metallica ancorata sul calcestruzzo del molo;
- urti dei giunti con le cerniere di ancoraggio del portellone alla nave;
- urti dei giunti con le cerniere di ancoraggio del portellone al pettine.

Per ottenere una riduzione del rumore ben quantificabile tramite misurazioni, è necessario intervenire su tutte e tre le sorgenti sonore. Questo è dovuto alle caratteristiche intrinseche dei fenomeni acustici e alla loro modalità logaritmica di assommarsi.

Delle tre componenti di rumore elencate, è possibile definire la seguente distinzione:

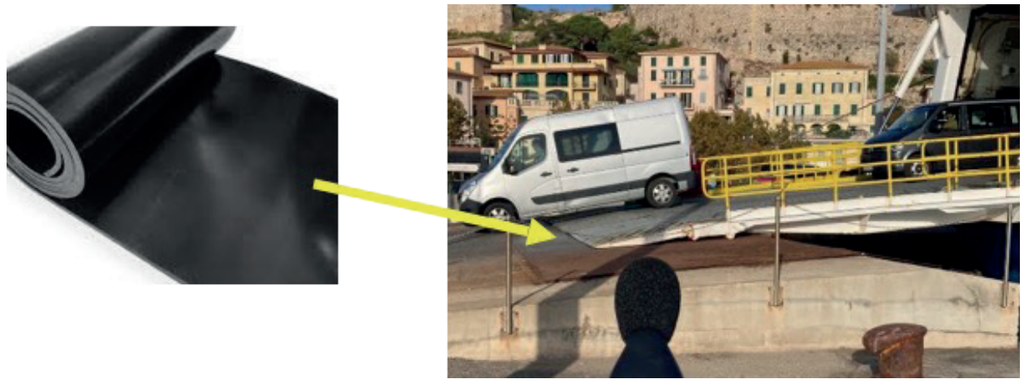
- la prima componente riguarda la morfologia del molo e quindi genera la necessità di intervento da parte delle l'Autorità Portuali o dei soggetti pubblici competenti;
- le altre due componenti sono proprie della meccanica delle navi e dei portelloni e quindi necessitano di un intervento diretto delle compagnie navali proprietarie.

Nell'ambito del progetto Decibel, ci si è posti l'obbiettivo di intervenire sull'unica componente possibile oggetto di mitigazione acustica, cioè quella di competenza dell'Autorità Portuale del Mar Tirreno Settentrionale. Tale componente ha subito una riduzione, evidenziata dalle analisi post-operam, di 4 dB, che, sebbene non risolutivo, costituisce un importante passo nella direzione della riduzione globale delle emissioni sonore.
Le altre due componenti che, sempre tramite i rilievi svolti post-operam, sono stati evidenziate come quote rilevanti durante le fasi di sbarco e imbarco dei mezzi, necessitano di un intervento diretto da parte dei relativi soggetti competenti, le compagnie navali. In particolare, si raccomanda la promozione della progettualità all'interno dei programmi di finanziamento europeo nel settore marittimo, che risulta un utile strumento per coinvolgere gli armatori nella realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria che portino sia un beneficio economico alla compagnia (miglioramento delle condizioni del parco navi), sia alla cittadinanza (e ai lavoratori che operano in porto) tramite la riduzione dell'inquinamento acustico. Un coinvolgimento delle poche compagnie navali, che operano quotidianamente in un porto di piccole dimensioni come quello di Portoferraio, porterebbe ad un significativo e diretto vantaggio all'intera comunità locale.

In aggiunta all'individuazione dei possibili fini di mitigazione dei fenomeni acustici, tramite il progetto DECIBEL sono stati identificati obiettivi di rilevamento delle condizioni acustiche, ambientali e di valutazione dei volumi di traffico (definito in sede di analisi quale oggettiva causa dell'inquinamento acustico di Portoferraio), ottenibili tramite un diretto monitoraggio in sede portuale. Questo ha generato la necessità di creare una rete di sensori per la valutazione delle emissioni acustiche, ambientali e del traffico in sbarco/imbarco per fini di prevenzione e valutazione delle fonti emissive ed eventuale individuazione di interventi futuri di mitigazione.

## *Attività/acquisti realizzati*

Nel corso dell'anno 2020 è stata effettuata la progettazione di una pavimentazione in gomma da realizzare presso il molo n.2. La progettazione ha dovuto affrontare numerose complessità, derivanti dal fatto che la pavimentazione doveva risultare resistente all'abrasione e agli urti, non doveva compromettere le funzionalità in fase di manovra e gli aspetti relativi alla sicurezza. Tutti gli aspetti relativi alla sicurezza e alla operatività della gomma, una volta installata, sono stati oggetto di accurata analisi tra la parte progettuale e gli enti preposti localmente, quali AdSP e Capitaneria di Porto. Durante le fasi di validazione del progetto da parte degli uffici competenti dell'AdSP MTS, è sorta la necessità di effettuare verifiche riguardo alle performance della gomma stessa in caso di pioggia o di superficie bagnata, al fine di garantire il giusto livello di sicurezza delle aree di sbarco dei passeggeri e dei mezzi. La normativa vigente in Italia pone, infatti, come requisito la rispondenza della pavimentazione alla norma UNI EN 13036-4 relativa a "Caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali – Metodi di prova – Parte 4: Metodo per la misurazione della resistenza allo slittamento/derapaggio di una superficie: Metodo del pendolo". Le attività di verifica effettuate sul campione di gomma fornito al laboratorio hanno verificato la rispondenza del prodotto con i requisiti previsti da normativa.



*Pavimentazione in gomma installata*

Nell'estate del 2021 è stato affidato l'incarico per la messa in opera della pavimentazione in gomma presso il molo n.2, realizzata a cura di un'impresa locale con competenze in ambito edile e stradale.

All'interno degli acquisti realizzati con i fondi del progetto DECIBEL, è stato realizzato un sistema di monitoraggio delle condizioni acustiche/ambientali e di traffico per il porto di Portoferraio. Il sistema si compone di fonometri per il rilevamento del rumore a banchina, di centraline per il monitoraggio delle emissioni di inquinanti nell'aria e di un sistema per il rilevamento delle navi a banchina e per il numero dei mezzi attivi durante le fasi di sbarco/imbarco. Il sistema così composto mira ad offrire un quadro complessivo delle condizioni acustiche ed ambientali dell'aria nelle immediate vicinanze al Porto di Portoferraio e a fornire alle Autorità competenti (AdSP, Comune, etc.) di informazioni certe per quanto riguarda sia i traghetti in arrivo/partenza che i mezzi che gravitano attorno ai traghetti stessi. Questo garantisce un alto livello di programmazione delle attività in Porto, per garantire alla comunità Portuale tutti i sistemi disponibili per prevenire eventuali problematiche che, grazie ai sistemi acquistati, diventano prevedibili.



## *Costi della sperimentazione*

La posa in opera della pavimentazione in gomma nel porto di Portoferraio ha avuto un costo unitario ricavato dal computo metrico di 1626,81 €/mq. Essa è stata realizzata con materiale di spessore di 75 millimetri.

A seguito della sperimentazione effettuata, vista la durabilità dimostrata, si ipotizza che si possa effettuare lo stesso tipo di intervento con un materiale di spessore inferiore pari a 40 millimetri. In questo caso si può stimare che il costo unitario possa essere ridotto a 1332,37 €/mq.

Le cifre indicate comprendono anche i costi per le spese ausiliare (predisposizione del cantiere, oneri di sicurezza, etc). Pertanto, su installazione di maggiore estensione superficiale si può conseguire un ulteriore risparmio.

Il sistema di monitoraggio è stato oggetto di due distinti affidamenti: il primo mirava ad acquisire i componenti per le rilevazioni acustiche e ambientali, per l'importo totale di 57.250,00 € netti, per la fornitura di 3 fonometri e di 3 centraline per le emissioni ambientali, in modo comunque di valutare tutti i moli del Porto. Il secondo, che ha invece permesso di acquistare il sistema conta-traffico e il rilevatore delle navi a banchina, era pari a 115.000,00 € netti d'IVA e ha interessato tutti i moli del Porto di Portoferraio. Tutti gli interventi si sono completati con la messa in opera del sistema e non hanno evidenziato altre necessità di installazione o realizzazione.

## *Risultati attesi*

Su ciascuna delle tre componenti impattive precedentemente descritte, è possibile ipotizzare un abbattimento di almeno 3 dB mediante adeguati interventi di risanamento acustico. In particolare, sulle componenti impattive che si originano dall'interazione dei giunti con le cerniere della nave, probabilmente sarebbe possibile ottenere la completa eliminazione della sorgente di rumore mediante interventi di manutenzione.

Il sistema per il rilevamento delle emissioni acustiche e ambientali e il sistema conta-traffico mirano a garantire il raggiungimento di diversi obiettivi:

- il monitoraggio in continuo delle emissioni sonore nelle aree nevralgiche e maggiormente soggette ad eventuali problematiche collegate;
- il monitoraggio dei mezzi in transito per monitorare, incrociando i dati, eventuali picchi sia delle emissioni che dei livelli sonori, cercando pertanto di comprenderne la causa ed eventualmente predisporre misure di contenimento;
- la realizzazione di un sistema previsionale dell'andamento dei livelli sonori, inquinanti e di traffico che si generano in specifici momenti della giornata o in specifiche situazioni in Porto.

La rete di sensori installata in porto, pertanto, può garantire il raggiungimento di obiettivi valutativi di interesse generale per gli enti locali e per la cittadinanza. Tramite la rete è infatti possibile svolgere in maniera puntuale analisi predittive, previsionali e statistiche di alto rilievo in modo da ottenere risultati in molteplici aspetti:

- statistico: tramite la valutazione del numero dei mezzi in arrivo nell'isola durante i periodi di maggiore affluenza;
- previsionale urbanistico: grazie al numero dei mezzi in arrivo e in partenza (ottenibili valutando i dati precedenti) è possibile elaborare soluzioni per l'instradamento dei flussi in Porto e in città, evitando ingorghi e quindi riducendo le emissioni sonore dovute al traffico anche in aree non puramente portuali;

- previsionale acustico: grazie ai livelli sonori ottenuti è possibile valutare le emissioni acustiche in relazione non solo a un determinato arco temporale, ma anche relazionato ad uno specifico evento sonoro (traghetto a banchina) e quindi individuare le eventuali aree che necessitano maggiormente di interventi di mitigazione. Inoltre, grazie ai dati rilevati, tra cui gli spettri sonori, è possibile definire con più precisione gli interventi sonori (suoni a frequenze basse necessitano di interventi di mitigazione differenti rispetto a suoni a frequenze alte).

## *Risultati effettivi documentati dalle attività di monitoraggio post-operam*

Come già anticipato al precedente punto 1, ad agosto 2021 sono state eseguite delle prove post operam sul molo n.2, ma tuttavia il ritmo concitato dell'attività portuale non ha consentito di effettuare rilievi di singoli passaggi isolati di vetture e pertanto non è stato possibile determinare il contributo di attenuazione della pavimentazione in gomma installata.

Quindi le prove sono state ripetute a dicembre 2021, periodo di minore intensità dell'attività portuale, simulando una situazione ante/post sul molo n.7. È stato misurato il rumore prodotto dal passaggio di singoli veicoli isolati in ingresso sulla nave, nelle condizioni ordinarie di esercizio del molo che presenta una piastra metallica su cui si appoggia il pettine del portellone della nave. Il valore rilevato è stato confrontato con quello ottenuto in un'altra misura, eseguita avendo steso un rotolo di gomma antivibrante tra piastra d'appoggio e pettine.
Avendo isolato tramite analisi in post processing il contributo del rumore impattivo del pettine navale sulla piastra in acciaio, durante la fase di accesso dei veicoli all'interno della nave è stata riscontrata una riduzione media del rumore impattivo di 4 dB(A).

*Monitoraggio post operam*

Grazie al sistema di monitoraggio sia delle emissioni acustiche che il sistema di rilevamento delle navi a banchina e dei mezzi attivi durante le fasi di sbarco e imbarco è stato possibile comprendere le situazioni negative per il Porto e i cittadini circostanti. Quest'attività è stata realizzata tramite la valutazione dei picchi sonori rilevati dai fonometri installati, incrociando i dati con le navi rilevate a banchina e i relativi mezzi sbarcati. Tale analisi ci ha permesso di comprendere il reale livello sonoro raggiunto dalle navi durante le fasi di sbarco e imbarco, di valutarne la durata temporale e di comprendere, grazie alla presenza di più fonometri in un ambito ristretto come quello di Portoferraio, l'andamento del traffico in sbarco.

## *Criticità rilevate nella fase di sperimentazione*

### Iter burocratici

L'installazione di un nuovo tratto di pavimentazione a banchina, di qualunque tipologia, prevede alcuni passaggi formali da svolgere. Il primo passaggio riguarda il soggetto competente sulle aree dell'intervento, che, essendo nel nostro caso l'AdSP del Mar Tirreno Settentrionale, non ha creato ovviamente alcun problema.
Il secondo step riguarda il coinvolgimento con le autorità competenti lato-mare, nel caso specifico la Capitaneria di Porto di Portoferraio, per la gestione degli arrivi e delle partenze. Durante l'intervento è necessario, ovviamente, che nessuna imbarcazione accosti alla banchina oggetto dell'intervento. Questo, pertanto, comporta che tutti gli arrivi e le partenze di tale banchina siano dirottati su altri accosti per tutta la durata delle lavorazioni e questo si concretizza tramite la realizzazione di un'ordinanza specifica realizzata dagli uffici competenti della Capitaneria operativa sul territorio specifico.

Per ottenere l'ordinanza specifica da parte della Capitaneria, è necessario indicare al soggetto competente:

- i tempi di realizzazione dell'opera;
- l'area di cantiere;
- i soggetti incaricati;
- le attività da svolgersi;
- eventuali problematiche aggiuntive, quali lavoro notturno, necessità di interdizione di altri accosti, possibili interruzioni dell'energia elettrica.

A seguito di tale ordinanza, gli step formali autorizzativi sono conclusi, mentre rimangono necessari altri step di controllo delle attività per quanto concerne la sicurezza del cantiere e la direzione lavori. Tali step possono essere assorbiti, come nel nostro caso, dal Committente, nel caso in cui il soggetto sia disponibile, altrimenti possono essere realizzati da soggetti terzi.

La realizzazione di una pavimentazione in gomma, come nel caso della sperimentazione a Portoferraio, non comporta alcuna modifica dell'iter autorizzativo, ma possono essere eventualmente necessarie informazioni aggiuntive sul tipo di gomma e sul tipo di prodotto che si andrà ad installare. Nel caso in oggetto, gli uffici competenti dell'AdSP MTS hanno richiesto specifiche prove sulla gomma riguardo alle performance della gomma stessa in caso di pioggia o di superficie bagnata, al fine di garantire il giusto livello di sicurezza delle aree di sbarco dei passeggeri e dei mezzi. La normativa vigente in Italia pone, infatti, come requisito la rispondenza della pavimentazione alla norma UNI EN 13036-4 relativa a "Caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali – Metodi di prova – Parte 4: Metodo per la misurazione della resistenza allo slittamento/derapaggio di una superficie: Metodo del pendolo".

La realizzazione del sistema di monitoraggio, sia quello relativo alle emissioni che quello relativo al conteggio dei mezzi, non ha necessitato di alcuna attività burocratica specifica, visto che l'intervento si svolgeva su elementi di proprietà dell'AdSP MTS

### Difficoltà reperimento materiali

Le attività di installazione dei pannelli in gomma presso il molo n.2 erano state programmate per il periodo pre-estivo, in modo da evitare interferenze con l'intensa attività portuale che si manifesta nei periodi di giugno, luglio, agosto. Purtroppo, a causa della pandemia mondiale dovuta al Covid 2019, si sono manifestati problemi nella reperibilità di materie prime, quali ad esempio la gomma. Questo ha comportato notevoli ritardi, facendo slittare la realizzazione all'interno del mese di luglio.
Il sistema di monitoraggio non ha subito alcuna problematica per quanto concerne il reperimento dei materiali.

### Difficoltà di monitoraggio

Il monitoraggio realizzato interessa unicamente l'intervento di realizzazione della pavimentazione in gomma al molo n.2 del Porto di Portoferraio, visto l'elevato carattere di innovazione che presenta l'intervento stesso. Durante i test ante operam e post operam, le principali difficoltà riscontrate sono state quelle relative al coordinamento delle attività di rilevazione acustica con le attività di imbarco e sbarco e con tutte le altre operazioni accessorie di manovra. Per poter effettuare prove e misurazioni ben rappresentative della rumorosità delle singole sorgenti sonore, occorre avere condizioni ben definite e riproducibili, molto difficili da conseguire all'interno della concitata attività portuale.



# B. PUNTI DI FORZA DELLA SPERIMENTAZIONE

## *Know how: capacità del progetto di migliorare le conoscenze e competenze degli Enti coinvolti*

Tramite la realizzazione del progetto DECIBEL è stato possibile ampliare le conoscenze nel campo dell'acustica portuale: è stato infatti possibile conoscere le principali cause che generano rumore in Porto, le differenti tipologie di rumore e le possibili soluzioni.
È stato infatti possibile comprendere quelle che sono le principali cause del rumore nel Porto di Portoferraio, quali ad esempio il rumore impattivo generato dai portelloni durante le attività di sbarco e imbarco dei mezzi dai traghetti o il rumore dei mezzi in transito. Una volta compresa la fonte sonora che genera disturbo non solo agli operatori e ai turisti, ma principalmente alla cittadinanza presente nelle aree limitrofe, sono state studiate soluzioni atte a ridurre le emissioni del singolo rumore generato.
Durante questa fase di studio, grazie alla consulenza di tecnici e soggetti competenti in acustica, è stato possibile conoscere i parametri da analizzare, i limiti normativi e gli altri aspetti fondamentali per la comprensione dell'acustica in campo aperto.
L'analisi del clima acustico di Portoferraio ha posto inoltre la necessità di realizzare una rete di sensori per il monitoraggio delle condizioni acustiche e ambientali in continuo, al fine di ottenere maggiori informazioni sulle tipologie di rumore che si genera quotidianamente. All'interno dell'integrazione di una rete di monitoraggio per il Porto di Portoferraio sono stati acquisiti non solo fonometri, ma anche un sistema di rilevazione dei mezzi in transito a banchina. Tale sistema si consta di due tipologie differenti di sensori: la prima si basa su un sistema che verifica la presenza della nave a banchina, in modo da poter incrociare i dati acustici con i dati di traffico delle navi in transito. La seconda tipologia di sensore mira a contare i mezzi in transito durante le fasi di sbarco e imbarco dalla nave, al fine di monitorare le condizioni di traffico associate alle condizioni acustiche. Nel caso in cui si ponesse l'evidenza che durante l'arrivo di uno specifico traghetto i livelli sonori si rivelassero elevati, potremmo individuare con maggiore puntualità le motivazioni, valutando anche il numero i mezzi in transito ed eventuali altre fonti sonore.

## *Innovazione: sviluppo di metodi d'intervento tecnici, semplificazioni amministrative, metodi di monitoraggio, innovazione di prodotto e/o di servizio*

Un altro aspetto innovativo che è possibile evidenziare a seguito dell'intervento su Portoferraio concerne la soluzione altamente innovativa relativa al monitoraggio, in quanto, attualmente, solo pochissimi porti possono disporre di una rete di rilevamento delle emissioni sonore e inquinanti nell'intero ambito di sistema portuale. Il progetto DECIBEL, in concerto con altri progetti Interreg (menzionati successivamente) ha permesso la creazione di una rete di monitoraggio acustico e ambientale di sistema accessibile da un unico portale e che fornisce informazioni e dati sulle emissioni sonore e dei gas climalteranti nel principale porto elbano e, eventualmente, confrontarle con un porto con caratteristiche differenti.
Tale sistema di monitoraggio si integra perfettamente con la rete di sensori conta traffico e di rilevamento mezzi durante le fasi di imbarco e sbarco e permette di offrire un quadro complessivo completo della situazione attuale dal punto di vista acustico, monitorando non solo l'effetto ma anche la causa del problema. Tale sistema permette di comprendere bene il livello acustico che

si genera durante l'attività predominante nel Porto di Portoferraio, l'arrivo dei traghetti, valutando anche il volume emesso direttamente dalla fonte acustica in porto durante la quotidiana attività.
L'aspetto di realizzazione della pavimentazione in gomma a banchina è una soluzione altamente innovativa poiché nessuno in Italia aveva realizzato una soluzione di questo tipo per ridurre le emissioni impattive durante le fasi di sbarco/imbarco. Solitamente la gomma è utilizzata in ambito portuale per la realizzazione di parabordi, fender o paracolpi, oggetti classici per i porti. Una pavimentazione in gomma per ridurre gli impatti acustici è utilizzata in altre tipologie di ambiti, quali cave, industrie o altro. L'intervento realizzato a Portoferraio è pertanto molto innovativo, avendo le caratteristiche proprie di un intervento pilota, in quanto si testa direttamente sul campo una soluzione non ancora pienamente consolidata.

## *Capitalizzazione: capacità del progetto di sfruttare esperienze e relazioni sfruttate in altri progetti*

L'intervento realizzato sul progetto DECIBEL si integra pienamente con altri esperienze non solo di mitigazione ma anche di monitoraggio e conoscenza del clima acustico portuale realizzati dall'AdSP MTS in altri progetti Interreg 2014-2020 in cui l'ente è presente sia in qualità di partner che come capofila.
Infatti, all'interno del progetto MON ACUMEN, in cui l'AdSP MTS è presente in qualità di Capofila, è stata realizzata una rete di monitoraggio delle condizioni acustiche del Porto di Livorno, che si integra pienamente con la rete di sensori realizzata grazie al progetto DECIBEL. I sensori installati, fonometri di classe 1, sono stati integrati su un sistema di monitoraggio che permette il controllo dei parametri monitorati su cui convergono anche le informazioni rilevate dai sensori a Portoferraio. In tal modo l'AdSP ha la possibilità di monitorare le emissioni sonore nei Porti di Livorno e Portoferraio dalla stessa piattaforma e di poter agire su due ambiti del sistema portuale.
Si è scelto di monitorare i due scali viste le condizioni al contorno che li caratterizzano; si tratta infatti di due porti molto vicini agli ambiti cittadini e in cui le eventuali emissioni sonore possono direttamente danneggiare le aree limitrofe in cui staziona la cittadinanza.
L'intervento realizzato dall'AdSP MTS nel progetto MON ACUMEN si integra perfettamente con la rete di monitoraggio realizzata sul progetto DECIBEL, creando non solo un unico punto di accesso alla rete di monitoraggio dell'intero sistema (una sola piattaforma per due porti e non due piattaforme distinte) ma anche mettendo a frutto le conoscenze maturate all'interno del progetto MON ACUMEN. Grazie a questi due progetti infatti è stato possibile conoscere le tipologie di fonti sonore e le loro caratteristiche (DECIBEL) e le tipologie di piattaforme e strumentazioni necessarie al monitoraggio acustico (MON ACUMEN) e mettere a sistema le due esperienze distinte realizzando un'unica piattaforma per il monitoraggio acustico in campo aperto su due realtà portuali distinte ed eterogenee.

In aggiunta, è stato possibile utilizzare per la realizzazione della rete di monitoraggio, un'infrastruttura tecnologica realizzata grazie ai progetti MOBIMART e EASYLOG, quali gli smart totem. Grazie ai due progetti citati, sono stati infatti realizzati totem innovativi per l'indicazione degli accosti che ospitano all'interno della loro struttura elementi altamente tecnologici, quali smart tv, sensori per il monitoraggio delle emissioni, DAE, sistemi di alert e tutte gli impianti per la trasmissione dei dati. L'installazione all'interno degli smart totem ci ha permesso di disporre di una rete elettrica e di una rete LAN per la trasmissione dei dati rilevati, senza la necessità di creare sistemi ad hoc, quali pannelli solari e connessione 3G/4G. I totem innovativi sono la sede ideale per strumentazione di questo tipo, in modo da mettere a sistema fondi e soluzioni tecniche complementari.



Il sistema di monitoraggio dei mezzi installato in porto si integra con l'attività realizzata all'interno del progeto MOBIMART relativo l'installazione di people counter per la verifica dei flussi di passeggeri realizzato ai fini del controllo delle normative e direttive dovute al COVID-19. Il controllo del numero di mezzi e di passeggeri, possibile grazie ai due sistemi, consente di verificare da un lato le emissioni acustiche e dall'altro il distanziamento sociale e quindi di intrecciare i dati generati dalle due piattaforme.

## *Integrazione/sinergie con altre progettualità esistenti nei siti pilota*

L'intervento realizzato sul progetto DECIBEL si integra pienamente con altri interventi di mitigazione realizzati dall'AdSP MTS in altri progetti Interreg 2014-2020 in cui l'ente è presente sia in qualità di partner che come capofila.
All'interno del progetto RUMBLE è stato realizzato, nel Porto di Portoferraio, un intervento di sostituzione del manto stradale con un asfalto fonoassorbente lungo un tratto stradale portuale limitrofo alle civili abitazioni. Quest'intervento, realizzato in concerto ad attività specifiche di monitoraggio delle condizioni di traffico e delle qualità acustiche del tratto stradale prima e dopo l'intervento, ha comportato una riduzione del livello equivalente di più di tre dB. Tale intervento rientra all'interno di un piano di miglioramento delle condizioni acustiche in corso di realizzazione nel Porto di Portoferraio, che comprende, quindi, non solo la riduzione dell'impatto acustico a banchina, ma anche la riduzione delle emissioni sonore dovute al traffico in un ambito portuale ma anche profondamente cittadino come quello oggetto dell'intervento di realizzazione di asfaltatura fonoassorbente.
I due interventi realizzati da AdSP MTS nel Porto di Portoferraio si integrano tra loro per quanto concerne la realizzazione di un clima acustico migliore nel porto elbano. La conformazione attuale dello scalo, con le banchine per l'arrivo dei traghetti adiacenti alle abitazioni, necessità della realizzazione di interventi di riduzione delle emissioni sonore portuali, sia per quanto concerne il rumore generato dal traffico (progetto RUMBLE) che per il rumore generato dallo sbarco/imbarco dei mezzi dai traghetti (progetto DECIBEL)
Il controllo del traffico è possibile, ovviamente, ottenerlo anche grazie al sistema installato a banchina per il conteggio dei mezzi in sbarco/imbarco e quindi verificare il numero di possibili mezzi sul tratto stradale con asfalto fonoassorbente. Nella fase preliminare dell'installazione dell'asfalto fonoassorbente, come da indicazioni dell'ARPA Toscana, è stata realizzata una valutazione della qualità dell'asfalto esistente (ante-operam) e dei volumi di traffico che insistono nell'area di intervento. Tali volumi sono relativi a un determinato arco temporale (circa 1 settimana) di uno specifico periodo (luglio 2019) e non possono caratterizzare totalmente il tratto stradale interessato dall'intervento di asfaltatura. Il sistema conta-traffico e di monitoraggio delle emissioni acustiche permette di monitorare le aree adiacenti e i possibili flussi stradali, in modo da poter valutare, in maniera analitica e statistica, il numero di mezzi in transito sul tratto oggetto dell'intervento e ottenere dati per tutto l'anno.

## *Sostenibilità: capacità di autofinanziamento per il mantenimento futuro delle attività pilota sperimentate*

Le attività pilota realizzate all'interno DECIBEL, nello specifico la rete di monitoraggio e la pavimentazione in gomma lungo la banchina n.2, saranno mantenute attive durante i prossimi anni con i fondi diretti dell'AdSP, per le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria al 100%. La rete di monitoraggio sarà oggetto di un contratto di manutenzione sia della parte hardware che software per tutti i sistemi installati, mentre la banchina in gomma sarà inserita all'interno dei cicli manutentivi previsti dalle direttive dell'ente. Quest'ultima, vista l'elevato grado di innovazione e la mancanza di informazioni sulla resistenza a questa tipologia di installazione ed utilizzo, sarà oggetto di analisi più frequenti da parte degli incaricati e sarà monitorata internamente sia l'aspetto della resistenza che la rispondenza ai risultati acustici attesi.

## *Sensibilizzazione e coinvolgimento della cittadinanza al raggiungimento degli obiettivi e risultati delle sperimentazioni*

La cittadinanza presente nelle aree limitrofe al porto di Portoferraio è stata direttamente coinvolta all'interno delle attività, ricevendo informazioni dirette per quanto concerne gli interventi realizzati. La reale attività di sensibilizzazione e coinvolgimento è stata realizzata con i soggetti attivi nel Porto di Portoferraio, quali operatori delle compagnie e tutto il personale attivo in Porto. Il loro coinvolgimento diretto nelle attività di rilevazione ha comportato non solo un sensibile supporto allo svolgimento delle analisi in campo, ma anche a una conferma diretta dei vantaggi sonori attenuti dalla realizzazione della banchina in gomma.



## *Trasferibilità: riproducibilità della sperimentazione in altro contesto locale*

L'intervento realizzato nel progetto DECIBEL nel Porto di Portoferraio si caratterizza di due specifici risultati: la rete di monitoraggio dei livelli acustici e la realizzazione di una pavimentazione in gomma a banchina.

Tali due interventi sono facilmente trasferibili in altre realtà:

- rete di monitoraggio acustico: la sensorizzazione dell'ambito portuale passa preliminarmente da una mappatura acustica del porto stesso, poiché tale analisi permette ai soggetti interessati di comprendere le tipologie di sorgenti che interessano il porto e il conseguente livello di emissioni sonore generate dalla singola sorgente e tutte le informazioni conoscitive e di comprensione del fenomeno acustico portuale. Successivamente è possibile individuare le corrette postazioni, conseguenti all'individuazione delle sorgenti maggiormente impattanti, e quindi procedere con una sensorizzazione degli ambiti individuati. La realizzazione di una rete di monitoraggio in altri ambiti portuali non presenta notevoli problematiche, grazie anche alle strumentazioni a disposizione attualmente sul mercato, che permettono la realizzazione di una rete di fonometri molto smart, alimentata da pannelli solari di ridotte dimensioni e dotata di connessione 3G/4G, attualmente alla portata di tutti;
- rete di monitoraggio conta-traffico: l'installazione di una rete di monitoraggio dei volumi dei mezzi in sbarco/imbarco dai traghetti non comporta alcuna difficoltà dal punto di vista tecnico. La valutazione preliminare del Porto ha come obiettivo l'individuazione della migliore soluzione tecnologica, in relazione al budget disponibile. Una volta individuato il prodotto, l'installazione non ha comportato alcun problema amministrativo, burocratico e autorizzativo, visto che l'intervento insiste su aree di proprietà dell'AdSP MTS. Questo, pertanto, evidenzia l'altro grado di trasferibilità del sistema su qualunque realtà, portuale o cittadina;
- pavimentazione in gomma: l'installazione di un tratto in gomma della pavimentazione a banchina si realizza attraverso la realizzazione di un progetto che prende in considerazione la tipologia della banchina: struttura attuale, tipologia di nave in accosto e modalità di sbarco dei mezzi. Una volta realizzata la progettazione ed individuato il prodotto corretto allo scopo, si realizza la parte autorizzativa con gli enti competenti e la parte di rispondenza alle normative vigenti. Successivamente si realizza l'opera, che necessita di pochi giorni di cantiere operativo.

L'alto grado di trasferibilità è dovuto alla semplicità delle attività, ai prodotti attualmente presenti sul mercato (sia per quanto riguarda la sensoristica che per la gomma) e alle velocità di realizzazione una volta ottenuti tutte le autorizzazioni necessarie.

## *Trasferibilità locale: riproducibilità della sperimentazione nelle altre banchine*

Come definito in precedenza, l'alto grado di innovazione della soluzione in gomma adottata comporta la necessità di un monitoraggio e di un controllo differente, sia per quanto concerne gli aspetti di resistenza del materiale, sia per gli aspetti acustici che per gli aspetti di sicurezza della pavimentazione installata. Nel caso in cui tutti gli ambiti monitorati rispettino i risultati attesi, evidenziando quindi una resistenza elevata agli impatti del portellone, una riduzione acustica degli impatti nel tempo medio-breve e una rispondenza alle caratteristiche di aderenza previste dalla normativa, sarà possibile prevedere una possibile installazione della soluzione nelle altre banchine del Porto di Portoferraio, al fine di dotare l'intero porto di una infrastruttura ad hoc per la riduzione delle emissioni acustiche dovute ad impatto.

# CAPITOLO 3

# Riflessioni conclusive

Le sperimentazioni realizzate con il progetto hanno dovuto affrontare ritardi ed emergenze legate prevalentemente all'emergenza Covid, ma nonostante le molte criticità affrontate i risultati ottenuti da Decibel rappresentano punti di partenza interessanti sotto 4 profili:

- analisi del rumore portuale nei porti urbani;
- metodologia di monitoraggio condivisa e transfrontaliera per l'individuazione di soluzione di mitigazione acustica ad hoc,
- monitoraggio in continuo;
- consapevolezza da parte degli stakeholder dell'impatto del rumore sui lavoratori portuali e sulla cittadinanza, particolarmente coinvolta proprio nel caso dei piccoli porti urbani.

Sotto il profilo della conoscenza delle tipologie di rumore acustico sicuramente Decibel ha prodotto studi interessanti, contribuendo al superamento della semplicistica assimilazione del rumore portuale a quello industriale. Per comprendere al meglio le sorgenti di rumore nei porti oggetto di queste sperimentazioni sono state realizzate mappe di rumore delle intere aree operative, partendo dai rilievi sulle aree pilota per poi modellizzare la propagazione del rumore sull'intera area portuale. Le analisi condotte hanno permesso di identificare lo stato attuale delle sorgenti sonore nelle pertinenze portuali, il loro impatto sul territorio limitrofo e la conseguente esposizione al rumore della cittadinanza nelle dirette vicinanze, al fine di individuare interventi di mitigazione dell'inquinamento acustico rilevato. La conoscenza e la caratterizzazione delle specifiche sorgenti portuali permettono di individuare i soggetti responsabili del rumore nell'ambito portuale, andando quindi a definire meglio i possibili interventi di mitigazione, sia in funzione della tipologia di intervento (nuova pavimentazione, nuova tipologia di mezzi, barriere acustiche, etc.) ma anche individuando le specifiche del rumore da ridurre (alte o basse frequenze, rumore impattivo o vibrazione, etc.)

Il valore aggiunto transfrontaliero del progetto è stata senza dubbio la predisposizione e condivisione tra tutti i partner di una metodologia di monitoraggio ante e post-operam (descritta nel capitolo 1), che ha permesso una diagnosi ad hoc delle principali fonti di rumore nei 3 siti di sperimentazione e l'individuazione delle conseguenti azioni di mitigazione. Tra queste possiamo segnalare l'innovatività nell'utilizzo di materiali come nel caso di Portoferraio (pavimentazione in gomma sulla banchina), oppure la scelta da parte dell'Ente gestore del porto di Bastia e Ile Rousse di utilizzare macchine elettriche per la movimentazione interna del porto e di monitorarne i risultati per indirizzare le future scelte di completa sostituzione del proprio parco macchine.
A fini della replicabilità delle sperimentazioni vorremmo sottolineare non solo l'importanza della metodologia di monitoraggio ante e post operam presentata, ma anche la descrizione delle criticità affrontate sia sotto il profilo del monitoraggio, che degli iter autorizzativi affrontati.

Un altro punto di riflessione importante è l'aspetto del monitoraggio in continuo, che grazie ad efficaci sinergie con altri progetti Interreg ha permesso in 2 siti pilota (Bastia e Portoferraio) di realizzare sistemi di monitoraggio permanenti.



Il monitoraggio in continuo su un ambito vasto come quello portuale, costantemente soggetto a modifiche o nuove variabili, permette di supportare le scelte decisionali delle pubbliche amministrazioni o enti preposti sulla base di dati puntuali e serie storiche.
Il risultato ottenibile tramite un monitoraggio costante è quello di ricavare dai dati la conformazione del clima acustico portuale e una comprensione ottimale delle aree più critiche all'interno del Porto. È possibile quindi ottenere una grande quantità di dati da un sistema di monitoraggio continuo e in real time che permette ai soggetti preposti di valutare eventuali interventi o problematiche in continuo durante l'intero arco della giornata e di predisporre, al servizio della comunità portuale e cittadina, una pianificazione oggettivamente valutata sul campo non solo delle opere di mitigazione ma anche della pianificazione stessa delle attività portuali.
Inoltre, ottenere una piattaforma per il monitoraggio in continuo e real time che produce dati validati permette di condividere i dati rilevati con altri Enti locali interessati (quali Regione, Provincia, Comune, ARPA ed eccetera) a tali informazioni, senza la necessità di ulteriori passaggi di validazione dei dati stessi. Questo crea una rilevante economicità a livello di Enti locali proprio per la possibilità di ottenere informazioni certificate di alto livello e di interesse più ampio. Inoltre, il monitoraggio in continuo, unito agli interventi di mitigazione, è in grado di mettere in evidenza come gli interventi stessi rispondono alle sollecitazioni nell'arco di un periodo temporale medio-lungo, garantendo quindi un controllo costante degli investimenti realizzati. Questo garantisce anche un monitoraggio costante di sperimentazioni altamente innovative al fine di programmare attività di manutenzione delle infrastrutture interessate o di prevedere altre indagini valutative.
Infine, i risultati del progetto hanno contribuito ad aumentare la consapevolezza degli stakeholder, direttamente coinvolti in Decibel, della nocività dell'inquinamento acustico sulla salute dei lavoratori del porto, ma anche della cittadinanza particolarmente colpita nel caso di piccoli porti urbani. Auspichiamo naturalmente che questa consapevolezza possa estendersi ad altri soggetti in differenti ambiti portuali, mettendo in chiaro, grazie a dati sistematici di monitoraggio, le responsabilità o co-responsabilità nella produzione delle fonti del rumore, al fine della loro mitigazione.
Come deducibile dalle esperienze descritte non c'è dubbio della necessità di coinvolgere le compagnie di navigazione, spesso co-responsabili dell'inquinamento acustico in fase di imbarchi e sbarchi per la vetustà dei loro mezzi, che potrebbero fortemente contribuire al loro miglioramento anche con semplici e mirate azioni correttive. Le leve per il coinvolgimento degli armatori potrebbero essere sia nell'ambito di un dialogo costruttivo che di concessione degli attracchi.
Da tutte le precedenti riflessioni appare ineludibile il coinvolgimento della cittadinanza in tavoli di confronto aperti a tutti gli stakeholder interessati a vario titolo al problema dell'inquinamento acustico nei piccoli porti urbani, passando dall' attuale coinvolgimento solo in fase di lamentele e denunzie, ad un ruolo più costruttivo, diventando veri e propri "sensori" nella rilevazione e superamento dei problemi acustici del proprio territorio. Si propone quindi la creazione di tavoli permanenti di confronto tra Autorità portuali, Comuni e rappresentanti dei cittadini, al fine di contribuire insieme ad un efficace miglioramento del benessere della propria comunità locale.

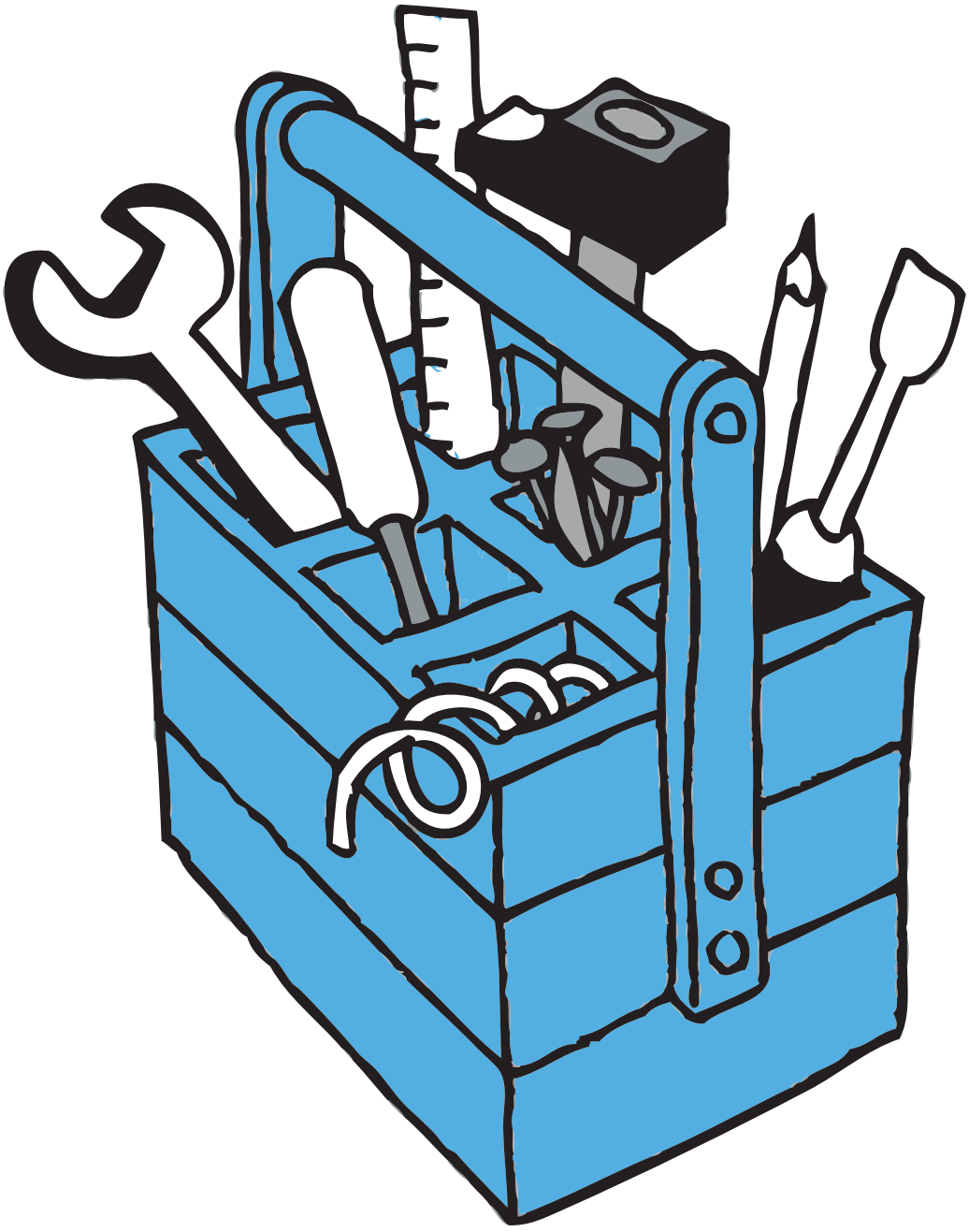
Interreg

UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO–IT FR–MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Decibel



CCI BASTIA HAUTE

Città di Olbia

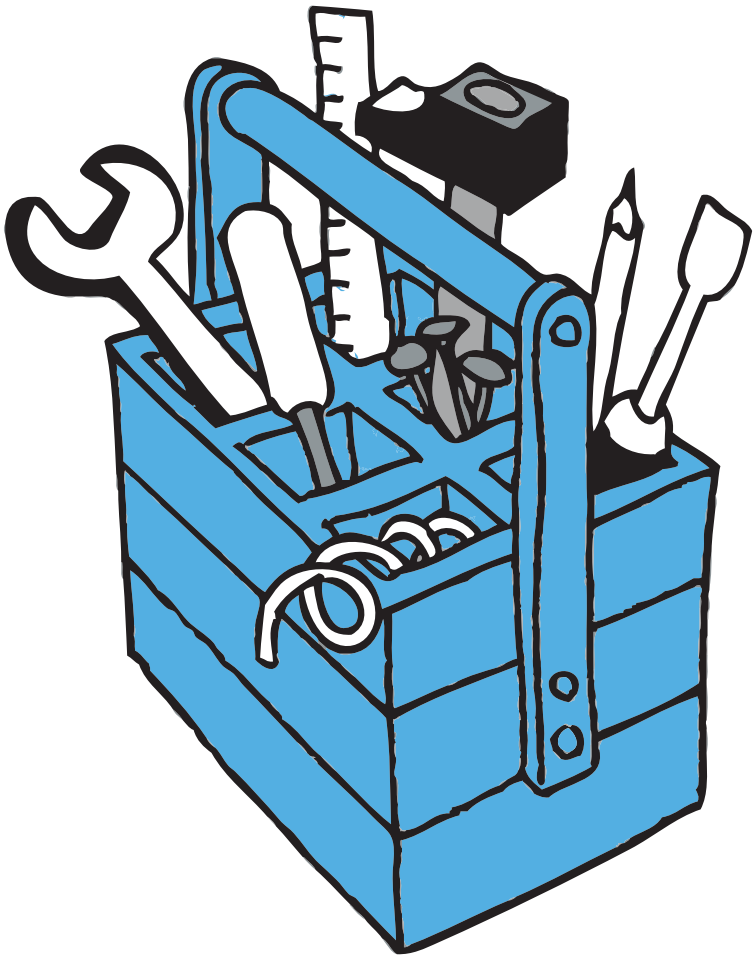
anci toscana

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

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

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

Decibel



# MANUEL DE BONNES PRATIQUES

## *Trois expérimentations comparatives en matière d'atténuation de la pollution sonore dans les petits ports urbains*

CCI BASTIA HAUTE

Città di Olbia

anci toscana

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

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

*Rédigé par le partenaire Anci Toscana en collaboration avec :*

• Chambre de Commerce et d'Industrie Haute Corse FRANCE (chef de file)

• CSTB recherche (conseiller scientifique de la CCIHC FRANCE)

• Municipalité d'Olbia

• Université de Cagliari (conseiller scientifique de la Municipalité d'Olbia)

• Université de Gênes (partenaire)

• Autorité du système portuaire de la mer Tyrrhénienne du Nord (responsable de l'expérimentation à Portoferraio en convention avec Anci Toscana)

*Février 2022*

# Indice


**Introduction** 5

**Chapitre 1** 7

Introduction méthodologique à la réalisation des expérimentations pilotes à Bastia, Olbia, Portoferraio 8

Modèles et méthodologies utilisés pour réduire les émissions sonores 10

Synthése et analyse des résultats de la diagnostic réalisée 13

**Chapitre 2** 17

Expérimentations pilotes: Bastia, Olbia, Potorferraio

A) Description détaillée de l'expérimentation à Bastia 18

B) points de force de l'expérimentation à Bastia 24

A) Description détaillée de l'expérimentation à Olbia 27

B) points de force de l'expérimentation à Olbia 32

Adescription détaillée de l'expérimentation à Portoferraio 34

B) points de force de l'expérimentation à Portoferraio 41

**Chapitre 3** 47

Remarques finales 48

# Introduction

## Description du bruit portuaire et courte analyse des différents types de bruit

La directive européenne 2002/49/CE, relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (END: Environmental Noise Directive), vise à harmoniser les pratiques de lutte contre les nuisances sonores et à mettre à la disposition du public des informations sur l'exposition au bruit.
Elle impose également aux États membres de proposer des plans d'action pour lutter contre la pollution sonore lorsqu'elle représente un danger pour la santé.
Par conséquent, les ports insulaires situés en centre-ville entrent dans le champ d'application de la directive en tant que zones potentiellement bruyantes affectant une zone urbaine.
Il convient toutefois de souligner que la directive END ne prévoit pas de méthodologies spécifiques pour cartographier le bruit des ports, comme c'est le cas pour d'autres infrastructures de transport telles que les chemins de fer, les routes et autoroutes et les aéroports : elle assimile simplement le bruit portuaire au bruit industriel en général.
Dans ce contexte réglementaire supranational, un cluster de projets de recherche et de coopération transfrontalière a été mis en place dans le cadre du Programme Interreg Maritime IT-FR, pour étudier, prévoir et atténuer le bruit des activités portuaires: REPORT, RUMBLE, MON ACUMEN, DECIBEL et LIST Port ont ainsi collaboré afin de partager leurs informations et de rendre l'action de chaque projet plus efficace.
Ce livrable traite notamment des résultats du projet DECIBEL, dont l'objectif était d'étudier, de prévoir et d'atténuer le bruit dans les petits ports insulaires.
Le bruit produit par les installations portuaires affecte quotidiennement la vie de milliers de personnes dans la zone couverte par le Programme de coopération.
La présence de zones portuaires, qui sont en activité 24 heures sur 24, perturbe fortement la tranquillité des quartiers résidentiels voisins, qui sont souvent situés à une courte distance des sources de bruit les plus significatives.
La valeur ajoutée du projet DECIBEL est de permettre non seulement la conception et la mise en œuvre de systèmes de détection du bruit conformes aux normes nationales et européennes, mais aussi la comparaison et le classement des données recueillies au niveau transfrontalier, les traduisant en informations utiles pour les politiques de transport, tant en Italie qu'en France.
En effet, pour que la planification portuaire soit efficace, il est nécessaire de mettre en place, avec les autres autorités portuaires, une activité de surveillance acoustique et de mesure du bruit pour tout ce qui concerne les activités des ports.
Le bruit portuaire peut généralement être ventilé en deux grandes catégories :
• le bruit des activités portuaires proprement dites, en particulier celui causé par la présence des navires ;
• le bruit induit par le port (par exemple, celui du trafic de véhicules se rendant au port).
Le projet DECIBEL s'est focalisé en particulier, comme mentionné, sur les petits ports, tels que Portoferraio, Olbia, Bastia et Ile Rousse.
Ces ports ont pour trait commun d'être le point de référence de presque toutes les activités de leurs villes respectives, toutes insulaires, dont l'approvisionnement passe en grande partie par le port lui-même. Voilà pourquoi le port est un élément fondamental pour les activités économiques de ces villes.

Ces ports présentent globalement les mêmes types de bruit et de sources.
Les actions d'atténuation du bruit ont presque toutes été réalisées à l'intérieur de l'enceinte portuaire ou à proximité immédiate, sauf dans le cas du port d'Olbia, où l'intervention a été réalisée à une plus grande distance du port : à Olbia, en effet, une augmentation du trafic routier (et par conséquent du bruit induit par le trafic urbain de véhicules) a été constatée lorsqu'un ou plusieurs navires sont présents au port.
En fonction de la source de bruit prédominante, différentes actions ont été mises en œuvre pour atténuer le bruit dans chaque port.
Le tableau suivant résume l'ensemble des sources de bruit présentes dans les ports étudiés par le projet Decibel.

| TYPE DE SOURCE | SCÉNARIO D'UTILISATION |
|---|---|
| Trafic routier des avenues (hors zone du port) | Trafic « continu » que l'on peut décrire par un flux de trafic moyen (TMJA) et des variations journalières typiques |
| Trafic routier supplémentaire dans la zone d'émission lors de chargement / déchargement | Ajout de flux de trafic sur les voies portuaires et les axes circulants à proximité du port, avant le chargement et après le déchargement de navires (pendant une heure environ) |
| Navires en navigation | Bruit émis lors des trajets dans la zone d'émission, lors des arrivées et départs des navires (dont les horaires sont fournis par l'autorité portuaire) |
| Navires à quai | Bruit émis de manière continue par certains navires à quai (notamment ceux qui ne sont pas raccordés au courant et qui nécessitent des générateurs) |
| Bruits spécifiques émis lors du passage de véhicules sur les sifflets des navires | Bruit actif uniquement lors des phases de chargement/ déchargement |
| Circulation des véhicules de manutention horizontale lors du chargement / déchargements de navires | Bruit actif uniquement lors des phases de chargement/ déchargement (le matin et le soir) |
| Cimenteries | Bruit actif aux heures de production a priori, indépendamment du trafic portuaire |

A titre d'exemple, toutes les sources énumérées dans le tableau ci-dessus sont présentes dans les ports de l'Ile Rousse et de Bastia; en ce qui concerne Portoferraio, il n'y a ni cimenteries ni manutention horizontale; enfin, dans le port d'Olbia, la seule source analysée est le trafic routier de la Rue Umberto Principe.

Dans les pages suivantes, les solutions adoptées pour surmonter les problèmes susmentionnés dans les différentes villes étudiées seront décrites en détail, en mettant l'accent sur les stratégies développées pour atténuer le bruit, les bonnes pratiques mises en œuvre, les résultats obtenus mais aussi les difficultés techniques affrontées, les coûts engagés et les problèmes rencontrés (tels que les démarches bureaucratiques compliquées, la coordination des activités de surveillance avec celles des navires étudiés et les effets de la pandémie de COVID 19).

Ce document représentera donc un véritable manuel transfrontalier de bonnes pratiques orienté vers l'atténuation du problème du bruit provoqué par les activités portuaires dans les petits ports de plaisance typiques de la zone de coopération du Programme Interreg Maritime Italie-France. Des approches méthodologiques sont illustrées, pouvant être transférées et reproduites par les organismes concernés dans tous les contextes présentant des similitudes avec les ports partenaires du Projet DECIBEL



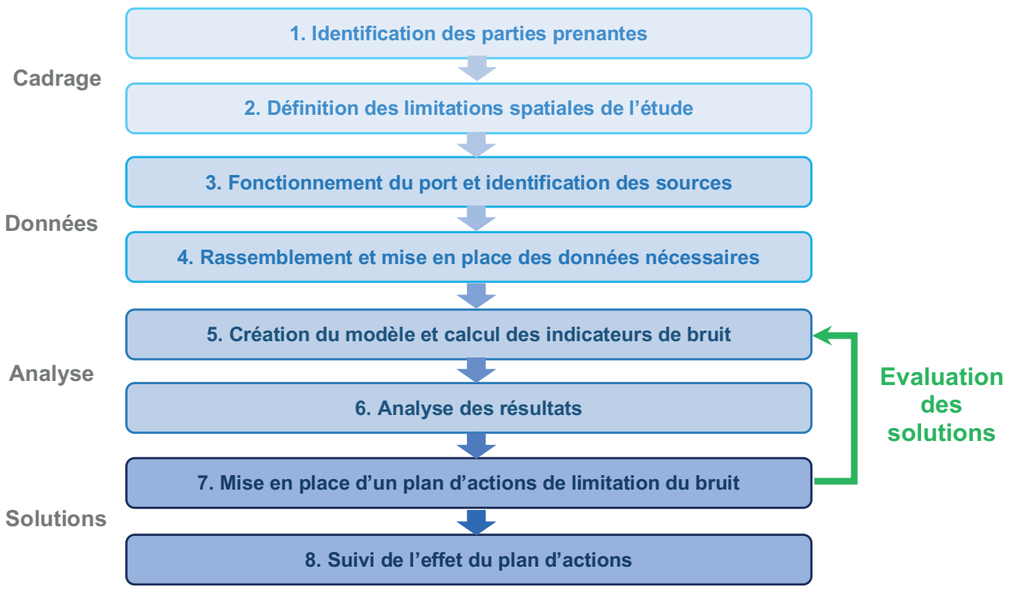
# CHAPITRE 1

# 1 Introduction méthodologique à la réalisation des expérimentations pilotes à Bastia, Olbia, Portoferraio

L'objectif général du projet DECIBEL était d'améliorer la durabilité des ports commerciaux transfrontaliers en contribuant à atténuer les nuisances sonores par l'adoption de mesures communes dans les ports partenaires du projet afin de les étendre ensuite aux ports insulaires transfrontaliers. Ces mesures ont été réalisées sur la base d'une étude conjointe qui a permis de concevoir et de mettre en œuvre des interventions innovantes pour améliorer l'ambiance sonore. Les interventions ont été effectuées par le biais d'actions pilotes, dont l'évaluation a permis d'établir et d'identifier des bonnes pratiques afin de les diffuser ensuite à toute la zone de coopération.
Afin d'évaluer et de quantifier les solutions possibles et de les traduire ensuite en un plan d'action pour atténuer le bruit, une méthodologie d'analyse et de quantification de l'impact des actions a été préparée. Le but était d'obtenir des données objectives pouvant éclairer le choix des solutions à retenir. La méthodologie identifiée consiste en plusieurs étapes successives correspondant aux deux phases de travail à réaliser:

1. le diagnostic, qui consiste à identifier les éléments existants qui contribuent à la pollution sonore et à quantifier leurs impacts.
2. la rédaction du plan d'action, qui consiste à proposer une solution d'amélioration et à l'évaluer.

La méthodologie se compose de 8 étapes, regroupées en 4 volets, comme le montre le schéma ci-après:




*Les étapes sont décrites en détail dans le livrable T1.1.1 du projet DECIBEL.*



## 1.1. Diagnostic des ports transfrontaliers

La phase d'analyse du fonctionnement du port et d'identification des sources de bruit a été réalisée au moyen de diverses visites sur place qui ont permis de mesurer les niveaux de puissance d'émission des sources les plus bruyantes (autres que le trafic routier). En outre, pour calculer les indicateurs par plage horaire et agrégés, la position des navires aux différents quais et leurs heures d'accostage et de départ ont été enregistrées. Les données de modélisation ont été collectées à partir des différentes sources disponibles (données IGN, OpenStreetMap, données satellitaires SRTM, etc.). La modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel MithraSIG. Une modélisation navale a ensuite été effectuée pour tous les ports étudiés, en utilisant des objets bâtis. La modélisation géométrique a été réalisée en positionnant les sources sonores selon les différents scénarios d'exploitation du port. La création du modèle de calcul a également inclus la phase de paramétrage des conditions météorologiques à partir des données locales disponibles. Enfin, le choix des récepteurs de calcul a été opéré en fonction des zones d'intérêt pour lesquelles il est pertinent d'évaluer les niveaux d'exposition. Pour les cinq ports, ces zones comprennent les habitations limitrophes du port qui sont les plus touchées par la pollution sonore.
Les résultats des calculs présentés comprennent les indicateurs suivants pour chaque plage horaire considérée :

1. niveaux de bruit associés au seul trafic routier, mesurés par le niveau de bruit équivalent sur une heure (LAeq, 1h).
2. niveaux de bruit associés aux seules sources portuaires, mesurés par le niveau de bruit équivalent sur la période d'activation de la source (LAeq, T ; avec T période d'activation) variant selon la source considérée.
3. niveaux de bruit associés au trafic routier et aux sources portuaires (mesurés par un LAeq, T ; par analogie avec les niveaux associés aux sources portuaires).
4. émergence des sources portuaires par rapport au trafic routier, définie comme la différence entre les niveaux (3) et les niveaux (1) (il s'agit donc d'une émergence calculée sur la période d'activation de la source considérée).

Ces données sont calculées par zones de récepteurs couvrant l'ensemble de la surface étudiée (cartographie sonore) et plusieurs récepteurs individuels à 2 m en façade sur certains bâtiments, afin d'analyser les résultats du point de vue de la réglementation.

## 1.2 Stratégie et plan d'action

Sur la base du diagnostic du bruit portuaire et des résultats associés aux différents scénarios d'utilisation des installations portuaires, une stratégie d'atténuation du bruit a été proposée, laquelle a été élaborée en collaboration avec les gestionnaires du port et en fonction des contraintes spécifiques de chaque installation. Bien que les mesures proposées soient basées sur le catalogue commun défini lors du développement de la méthodologie, leur choix a été opéré en fonction des spécificités et des contraintes de chaque port concerné. Pour chaque mesure d'atténuation envisagée (enrobé phonique, barrières antibruit, etc.), une méthodologie de suivi a été proposée afin d'évaluer son efficacité et de vérifier que les objectifs fixés, et, le cas échéant, estimés par calcul dans la phase de diagnostic, ont été atteints.
Cette phase a conduit à la mise en œuvre d'un plan d'action regroupant les différentes mesures adoptées et les systèmes d'évaluation de leur efficacité.

# 2 Modèles et méthodologies utilisés pour réduire les émissions sonores

## 2.1 identification et caractérisation des sources

Les ports insulaires urbains présentent une grande variété de tâches et donc de sources de bruit, dont les conditions d'activation sont également très variables. Il est important de répertorier et de documenter non seulement les principales sources de bruit (à prendre en compte dans la zone géographique d'émission sonore), mais aussi le scénario d'utilisation de chaque source dans le temps. Les éléments suivants sont fournis pour chaque source:

- le type de sources (voir la liste proposée dans l'introduction)
- les périodes de variabilité annuelle, représentatives d'opérations suffisamment différenciées, typiquement les saisons/périodes d'activité (basse, moyenne et haute) ou la distinction entre jour ouvrable et week-end
- le scénario d'activation quotidienne, précisant soit le pourcentage de temps pendant lequel la source est active, soit le nombre moyen et la période d'activation de la source, par heure de la journée, pour chaque période annuelle représentative (par exemple, le nombre d'embarquements et de débarquements).
- une brève explication de la source (d'où provient le bruit ? Quelles sont les conditions d'activation possibles?)

Comme déjà anticipé dans l'introduction la liste de types de sources est la suivante, qui peut, le cas échéant, être complétée en fonction des différentes spécificités:

- navires en navigation : sources de bruit actives sur les navires à l'arrivée et au départ du port (par exemple, turbines, ventilation, cheminée);
- navires à quai : sources de bruit sur les navires à quai (par exemple, générateurs, ventilation);
- manutention horizontale (« Roll on Roll off »): circulation de véhicules utilitaires de manutention horizontale (par exemple tracteurs Douglas);
- manutention verticale (par exemple les grues);
- montée/descente des véhicules sur les rampes (inclinaison des sifflets);
- trafic routier supplémentaire provoqué par l'embarquement/débarquement;
- sources industrielles (par exemple une cimenterie).

Outre les sources de trafic routier ou ferroviaire pour lesquelles il existe des modèles d'émission standardisés associés aux méthodes de calcul et basés sur les données de trafic de chaque axe, les autres sources spécifiques identifiées dans la zone portuaire doivent être caractérisées individuellement. En particulier, il est nécessaire de disposer des deux données suivantes:

- niveaux de puissance : par bande de fréquence (tiers d'octave ou octave), au moins de 100 à 5000 Hz, voire plus si la source a un contenu fréquentiel important en dehors de cette plage;
- orientation, qui peut être supposée par défaut (omnidirectionnelle pour les sources ponctuelles et hémisphérique pour les sources proches du sol ou adjacentes à un grand objet, tel qu'un navire ou un bâtiment).



## 2.2. Construction des données météorologiques

Les conditions météorologiques et en particulier la vitesse et la direction du vent, qui varient tout au long de la journée, ont une influence importante sur la propagation du son dans les zones côtières. Une méthode pratique permettant de paramétrer correctement les effets météorologiques dans les calculs acoustiques à partir de données météorologiques spécifiques est décrite ci-dessous.

### *2.2.1. Création de la carte des conditions favorables*

La propagation du son est fortement influencée par l'interaction entre la nature du sol et les conditions atmosphériques. Pour l'évaluation du bruit dans l'environnement, il faut distinguer les conditions favorables à la propagation (par exemple, un ciel nocturne clair, sous-le-vent), les conditions neutres (par exemple, un ciel couvert avec un vent calme) et les conditions défavorables (par exemple, un vent contraire ou une journée très ensoleillée). Il faut noter que ce sont les conditions dites « favorables » qui génèrent les niveaux sonores les plus élevés.

Les méthodes de calcul couramment utilisées en France et en Italie (méthode française dite « NMPB » décrite dans la norme NF S31-133, ou également méthode harmonisée européenne dite « CNOSSOS-EU » décrite dans la directive européenne 2015/96 du 19/05/2015) prennent en compte ces effets en calculant un indicateur de bruit moyenné en pondérant deux conditions représentatives.

### *2.2.2. Fichiers nécessaires*

Les fichiers nécessaires pour calculer la carte des occurrences sont des fichiers tabulés qui doivent contenir les informations suivantes pour au moins une année:

#### *données quotidiennes du lever et du coucher du soleil*

- date
- heure UTC du lever du soleil
- heure UTC du passage au méridien (zénith)
- heure UTC du coucher du soleil
- indicateur saisonnier, « été » de l'équinoxe de printemps à l'équinoxe d'automne.

#### *données météorologiques horaires*

- date et heure UTC de l'observation
- quantité de pluie en une heure (en mm)
- force du vent (en km/h, 10 m au-dessus du sol)
- direction du vent (par rapport au Nord, dans le sens des aiguilles d'une montre)
- nuageux en oktas
- indicateur d'heure d'été (du 25/03/2018, 02h00 au 28/10/2018, 03h00)
- heure d'été (UTC + 1h en hiver, UTC + 2h en été) Description de la méthode d'analyse.

Les principes de la méthode d'analyse sont décrits dans la norme NF S31-110 : 2005. La méthode est basée sur une grille d'évaluation qualitative, connue sous le nom de « grille de Zouboff », qui utilise une caractérisation heuristique de l'état aérodynamique et thermique de l'atmosphère.

### *2.2.3. Automation du processus*

Un module logiciel dédié a été développé pour transformer les données météorologiques disponibles en un indicateur de propagation selon la méthode décrite ci-dessus, puis pour calculer les fréquences d'apparition des conditions favorables par période horaire. Ces résultats horaires sont ensuite combinés pour produire des tableaux par période réglementaire qui sont compatibles avec la méthode de calcul (NMPB-2008 pour l'application des réglementations nationales, Cnossos-EU pour les cartes stratégiques selon la directive européenne).

## 2.3. Autres recommandations pour effectuer les calculs correctement

En ce qui concerne les sources sonores, il faut faire sur le modèle ce qui suit:

- introduire des sources spécifiques pour l'activité du port et leur scénario d'utilisation, en tant que sources ponctuelles, linéaires et de surface;
- considérer les navires comme un bâtiment dont les sources sonores se trouvent à ses limites;
- pouvoir enregistrer la contribution sonore de chaque source pour la phase d'analyse.

En ce qui concerne les paramètres de propagation du son, on considère que:

- les surfaces d'eau et les bâtiments sont acoustiquement réfléchissants;
- les conteneurs sont modélisés comme des bâtiments réfléchissants;
- les jetées, surtout celles avec des murs ou des brise-lames, doivent être soigneusement façonnées.

Il faut rappeler que la nouvelle version de MithraSIG développée dans le cadre du projet REPORT comprend désormais un module d'aide à la modélisation des navires à quai, qui permet de spécifier facilement le type de navire, sa géométrie et son positionnement, ainsi que les caractéristiques des sources sonores représentant le rayonnement acoustique généré.



# 3 Synthése et analyse des résultats de la diagnostic réalisée

## 3.1. Résultats du projet

### *3.1.1. Diagnostics acoustiques*

Comme déjà mentionné, les résultats des diagnostics, effectués sur chacun des ports examinés, comprennent les données suivantes:

1. les niveaux de bruit associés au trafic routier uniquement, mesurés par un niveau de bruit équivalent sur une heure (LAeq, 1h);
2. es niveaux de bruit associés aux sources portuaires uniquement, mesurés par un niveau sonore équivalent sur la durée d'activation de la source (LAeq, avec T étant la durée d'activation) variant selon la source considérée;
3. les niveaux de bruit associés au trafic routier et aux sources portuaires (mesurés par un LAeq, T comme les niveaux associés aux sources portuaires);
4. l'émergence des sources portuaires par rapport au trafic routier, définie comme la différence entre les niveaux de (3) et les niveaux de (1).

Ces niveaux sont calculés sur la zone d'étude sous forme de cartes de bruit horizontales et à des points de réception spécifiques sur la façade de certains bâtiments.

Voici un exemple des résultats obtenus au port de Bastia pour une configuration liée au débarquement du navire « Pascal Paoli », le matin entre 7 et 8 heures. La carte de gauche (a) montre le niveau équivalent LAeq, T pendant la période de débarquement en combinant les sources portuaires et routières (trafic existant sans activité portuaire). La carte de droite (b) montre l'émergence des sources portuaires par rapport aux sources routières.

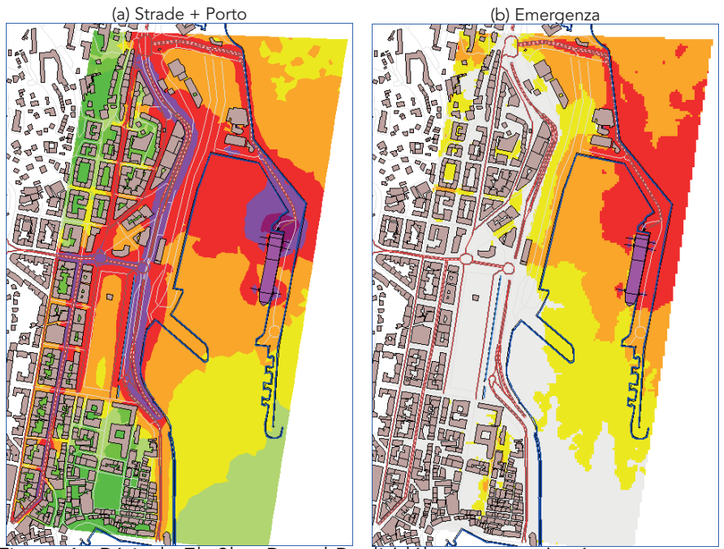
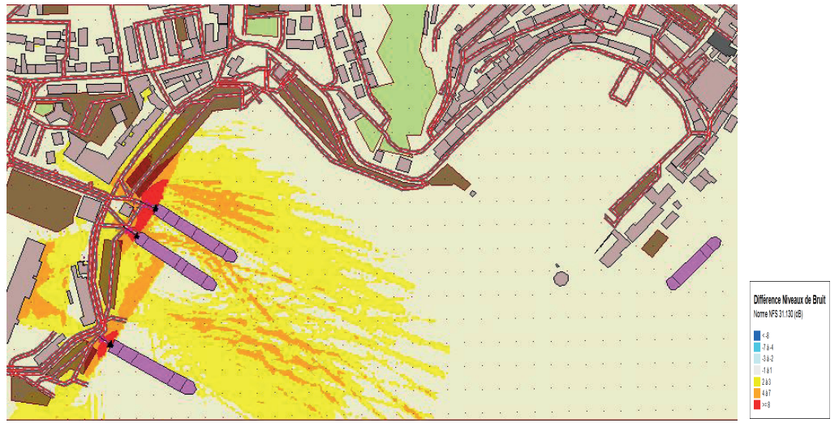



Figure 1 : Période 7h-8h – Pascal Paoli (débarquement) – émergence

Les niveaux d'émergence sur les bâtiments directement touchés peuvent atteindre 2 à 3 dB (A). Il faut noter que l'émergence est potentiellement plus importante dans les zones existantes plus calmes et à faible trafic protégées par une première rangée de bâtiments.
La figure suivante montre un autre exemple d'émergence de bruit portuaire pour Portoferraio dans une configuration d'embarquement/débarquement de trois navires. Les niveaux d'émergence sur la façade des bâtiments directement impactés dépassent 4 dB (A) pour cette configuration.



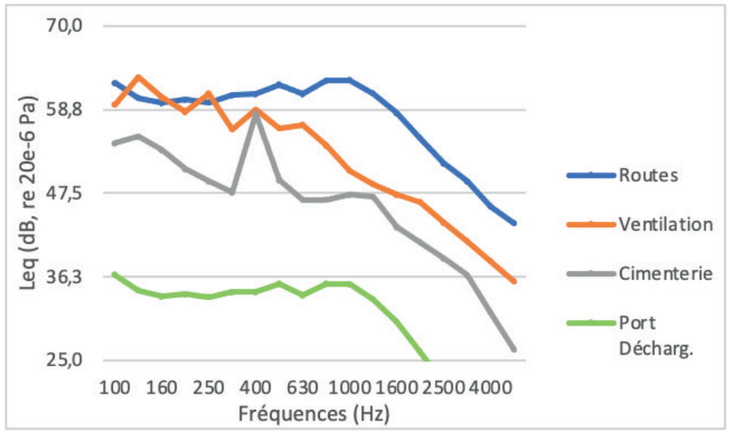




Figure 2: Portoferraio – carte de l'émergence (différence entre le bruit total moins celui provoqué par le trafic routier).

Les niveaux de bruit sont également analysés plus finement au niveau des récepteurs individuels par type de source et par bandes de fréquence. La figure suivante montre un exemple de ce type de résultat pour la phase de débarquement du « Mega Express I » sur le récepteur R1 dans le port de Bastia.

Figure 3: Période 7h-8h – Mega Express I – débarquement - récepteur R1.
Pour ce récepteur, situé sur la façade d'un bâtiment donnant directement sur le port, les niveaux de fréquence montrent l'importance des sources de ventilation, dont les niveaux aux basses fréquences sont équivalents aux niveaux générés par la circulation routière. Bien que stationnaire comme le bruit



de la circulation, ce bruit de ventilation est de nature différente et donc audible. La cimenterie, en revanche, génère des niveaux proches de la circulation routière pour un tiers d'octave de 400 Hz. Cette source est donc nouvellement audible et potentiellement gênante.
Ces exemples de résultats montrent qu'il est possible d'analyser et de comprendre quelles sources impactent le plus les résidents et d'adapter ensuite les mesures correctives.
Il faut noter que dans la plupart des cas étudiés, l'une des sources les plus gênantes est le bruit provenant de l'impact des véhicules qui passent sur le « sifflet » des navires pendant les opérations d'embarquement/débarquement. En effet, bien qu'en termes de niveau moyen calculé sur une heure l'émergence de cette source ne soit pas très importante, la nature impulsive de ce bruit le rend très reconnaissable et potentiellement gênant.

### *3.1.2. Mesures correctives*

À la suite des diagnostics acoustiques, diverses mesures sont proposées pour réduire la gêne associée au bruit émis par les sources portuaires.
Parmi les actions possibles, les mesures suivantes ont particulièrement attiré l'attention des parties concernées:

- remplacement du revêtement routier par un revêtement plus silencieux sur tout ou partie des voies de circulation de la zone portuaire;
- remplacement des véhicules commerciaux à combustion utilisés dans le port par des véhicules électriques;
- installation de matériaux amortisseurs sur les plateformes pour limiter les bruits d'impact lors de l'entrée et de la sortie des véhicules de la cale des navires;
- electrification des quais, qui permettrait aux navires de ne pas laisser leurs générateurs allumés et d'exclure ainsi les sources dites de « ventilation » lorsque les navires sont à quai.

En plus des mesures correctives résumées ci-dessus, les ports de Bastia et Portoferraio ont installé un système de suivi continu pour surveiller les émissions sonores des sources portuaires et l'exposition au bruit des habitations proches du port. Ce système de surveillance devrait permettre de vérifier l'efficacité des mesures mises en œuvre, ainsi que de communiquer les résultats de l'amélioration de l'environnement sonore aux résidents.

# CHAPITRE 2

## Expérimentations pilotes à Bastia, Olbia e Portoferraio

# LE PORT DE BASTIA

## A. DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'EXPÉRIMENTATION

### *Problèmes initiaux relevés par des activités de suivi ante-operam*

Plaintes fréquentes des riverains, qui nous signifient de nombreuses sources de pollution sonore, au travers de courriers, adressés à la Chambre de Commerce, ou à la Communauté d'Agglomération de Bastia. Cette pollution sonore, ne saurait être niée.

En l'absence d'industrie localisée dans l'enceinte portuaire, elle se compose principalement de:

- sources de bruit particulières liées au fonctionnement du port, fortement émergentes et dont l'atténuation permettrait une amélioration significative de l'impact des nuisances sonores sur les riverains (bruits d'impact lors du chargement / déchargements des véhicules sur les ferries, bruit de moteur thermique, etc.) ;
- sources sonores importantes liées aux véhicules utilitaires à moteur thermique, utilisés sur le port tant pour le chargement / déchargement des navires (tracteur ; Douglass), que pour les taches d'exploitation régulièrement mises en œuvre (chariot élévateur, manuscopique, navette, etc.);
- sources sonores importantes liées aux ventilations de moteur des navires à quai, elles-mêmes liées aux générateurs électriques embarqués.



### *Diagnostique technique*

L'absence de monitorage acoustique continu permettant d'évaluer l'évolution des nuisances sonores sur le long terme, empêche de faire un diagnostic technique rigoureux des niveaux de bruit et donc de l'impact acoustique, liés aux activités du port commercial de Bastia.

Pour cette raison, il est nécessaire d'étudier le bruit des activités du port afin de quantifier l'impact acoustique des sources sonores portuaires comparé aux autres nuisances sonores existantes, en particulier le trafic routier.

Ce diagnostic combine d'une part la caractérisation expérimentale (par la mesure) des sources et d'autre part la prévision, par les méthodes standardisées du calcul de la propagation acoustique, de leur contribution à l'ambiance sonore dans les zones habitées autour du port.

L'objectif de ce type d'étude est l'identification des principales sources de nuisance acoustique du port et la proposition de solutions ciblées pour la réduction de ces nuisances.

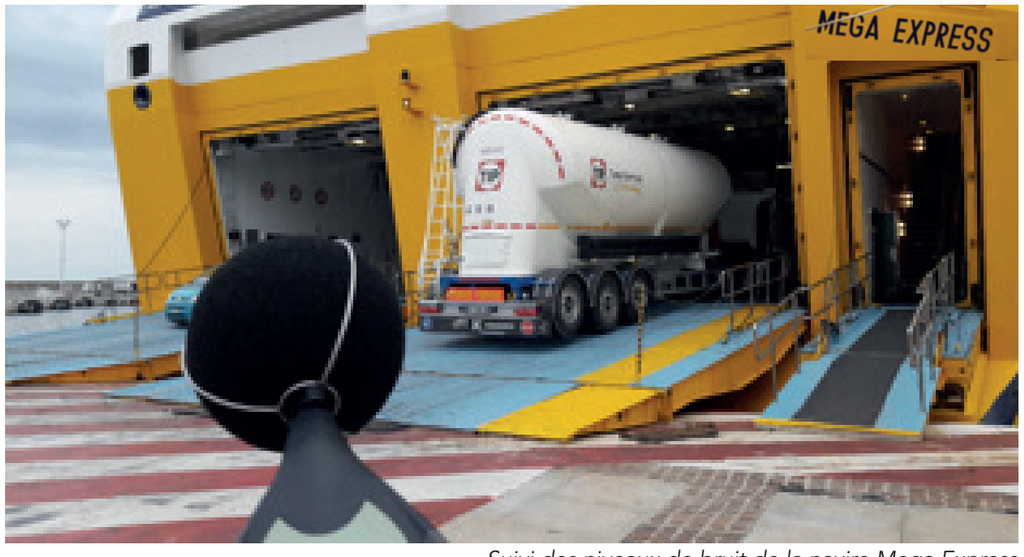
Le modèle de propagation acoustique utilisé pour le calcul des niveaux de bruit dans les zones de récepteurs entourant le port nécessite en entrée les données suivantes:

- géométrie du site
- flux de trafic routier
- flux des trafics de chargement et déchargement des navires
- positionnement et puissances acoustiques des sources particulières identifiées lors de la phase de caractérisation expérimentale (caractérisation nécessaire car ces sources particulières sont non référencées dans les modèles d'émission acoustiques standards tels que ceux disponibles pour les bruits routiers par exemple)
- conditions météorologiques afin de prendre en compte leur influence sur la propagation acoustique et donc les niveaux de bruit simulés aux points récepteurs.

Les activités du port commercial de Bastia potentiellement émettrices de bruit sont nombreuses et complexes. Le e Tableau 1 suivant fournit une liste des sources principales identifiées dans le cas du port de Bastia et leur scenario d'utilisation pendant une journée.

*Tableau 1 : Principaux types de sources sonores et scenario d'utilisation.*

| Type de sources | Scenario d'utilsation |
|---|---|
| Trafic routier des avenues (hors zone du port) | Trafic «continu» que l'on peut décrire par un flux de trafic moyen (TMJA) et des variations journalières typiques |
| Trafic routier supplémentaire dans la zone d'émission lors de chargement/déchargement | Ajout de flux de trafic sur les voies portuaires et les axes circulants à proximité du port, avant le chargement et après le déchargement de navires (pendant une heure environ) |
| Navires en navigation | Bruit émis lors des trajets dans la zone d'émission lors des arrivées et départs des navires (dont les horaires sont fournis par l'autorité portuaire) |
| Navires à quai | Bruit émis de manière continue par certains navires à quai (notamment ceux qui ne sont pas raccordés au courant et qui nécessitent des générateurs) |
| Circulation des véhicules de manutention horizontale lors du chargement/déchargements de navires | Bruit actif uniquement lors des phases de chargement/ déchargement (souvent le matin et le soir) |
| Bruits spécifiques émis lors de passage de véhicules sur les sifflets des navires | Bruit actif uniquement lors des phases de chargement/ déchargement (souvent le matin et le soir), uniquement pour certains quais et certains navires |
| Cimenterie (source industrielle) | Bruit actif aux heures de production a priori indépendamment du trafic portuaire |




*Suivi des niveaux de bruit de la navire Mega Express*

On distingue deux types de sources:

- les sources de bruit continu dont l'émission est considérée stationnaire sur la période pendant laquelle la source est active ;
- les sources de bruit évènementiel dont l'émission est caractérisée par le niveau d'émission d'un évènement et le nombre d'évènements sur la période considérée.

Parmi l'ensemble des sources identifiées, seules sont conservées les sources contribuant de manière significative à l'impact acoustique du port sur la zone étudiée.
Les sources retenues sont les sources principales associées aux trois navires:

- Pascal Paoli
- Mega Express I
- Pascal Lota

Il s'agit de bruits de ventilation répartis en différents points des navires ainsi que la source de sifflet présente lors du déchargement des remorques du Pascal Paoli par les véhicules RO-RO (Roll-On/ Roll-Off).

Les calculs d'exposition au bruit sont réalisés à la fois pour des récepteurs positionnés sur les espaces publics (avec un objectif d'amélioration de la qualité sonore en milieu urbain) et des récepteurs positionnés en façade de bâtiments (avec un objectif d'amélioration du confort intérieur dans les logements).
L'indicateur moyen européen Lden calculé sur une journée moyenne type a vocation à quantifier l'exposition et les effets sanitaires de long terme. Vus les niveaux des sources de bruit supplémentaires engendrées par le port et les périodes d'activation de ces sources, cet indicateur n'est que faiblement affecté par les activités portuaires. C'est la raison pour laquelle il est utile de caractériser l'exposition dans le cas du port à l'aide d'un indicateur calculé sur des périodes plus courtes. Un tel indicateur est plus représentatif de l'exposition ressentie par les riverains pendant les périodes spécifiques associées à certaines activités du port telles que l'arrivée ou le déchargement/chargement des navires.

Plusieurs conclusions peuvent être établies à partir des résultats des simulations effectuées sur le port de Bastia:

- l'impact des activités portuaires dépend de la zone de récepteurs considérée, en fonction de son exposition directe ou non aux bruits du port et au bruit de trafic routier (à titre d'exemple, une rue particulière, directement dans l'axe du sifflet de la plateforme de chargement d'un navire, est fortement exposée au bruit d'impact du sifflet tandis que faiblement exposée au bruit routier, le trafic étant faible dans cette rue. Pour cette rue l'émergence du bruit portuaire est forte);
- la nature impulsive de certaines sources portuaires comme les bruits de sifflet les rend clairement discernables dans les zones exposées par rapport au bruit ambiant et ce, même pour des niveaux associés aux points récepteurs équivalents voire inférieures au niveau de bruit résiduel lié au trafic;
- la source principale de nuisances initialement identifiée et qui est ressortie lors des analyses quantitatives est clairement le bruit dit de « sifflets », émis par les véhicules lors de leur passage sur les sifflets lors des opérations de chargement/déchargement sur un navire particulier;
- dans la majorité des cas le trafic routier de la ville de Bastia masque en partie les sources portuaires, lorsque le trafic routier diminue (c'est le cas par exemple en soirée après 19h), les sources portuaires peuvent devenir plus discernables et donc potentiellement gênantes, en particulier du fait de leur caractère impulsif ou tonal marqué.



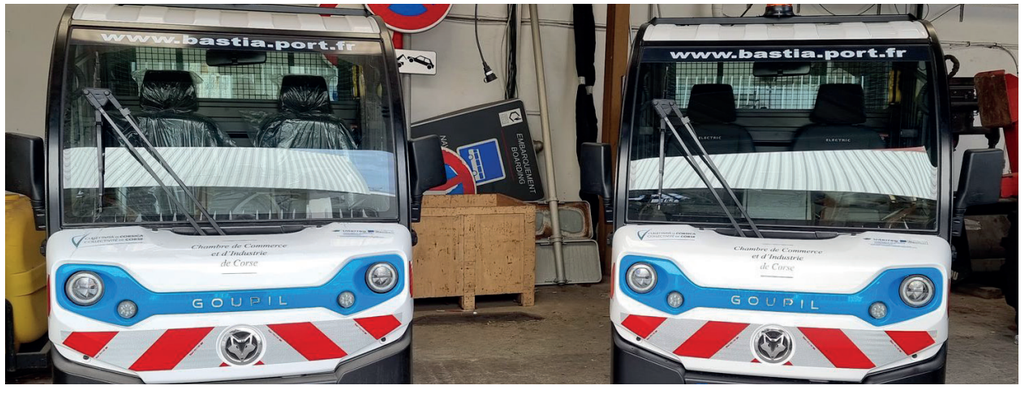
## *Objectifs de mitigation des phénomènes de pollution acoustique détecté*

La réalisation du projet DECIBEL a permis de prendre conscience de l'impact fort des problèmes liés à l'acoustique au sein des ports situés en centre-ville.
A travers ce projet il a été possible de prendre connaissance, et de quantifier les principales causes qui engendre des bruits caractéristiques aux sein du port de commerce de Bastia, étant entendu que l'impact sonore n'est pas contenu dans l'enceinte portuaire mais qu'il rayonne sur l'ensemble de la ville avec une incidence reconnue sur la santé publique.
Une fois cette nuisance sonore identifiée, une modélisation a été effectuée, afin d'évaluer la propagation acoustique des sources de bruits présentes sur le port de commerce de Bastia, pour connaitre son impact sonore sur l'ensemble de la cité bastiaise, en fonction des zones (habitation, commerciales, de bureau etc…).
Ce diagnostic a permis de proposer et puis de mettre en place des solutions expérimentales avec l'objectif de diminuer l'émission des sources sonores, liées aux équipements portuaires.
Le développement et la mise en œuvre de méthodes nouvelles pour la prévision de l'exposition au bruit généré par les installations portuaires ont permis un diagnostic de l'impact de ces nuisances sur les riverains.
Ces développements ont permis d'étendre les techniques de cartographie sonores existantes de manière à permettre une caractérisation précise des sources de bruit présentes sur un port et calculer les niveaux d'exposition prévisionnels associés à différentes configurations ou scenarios d'activité du port.

## *Activités/achats réalisés*

La source la plus impactante, à être relevée, a été, à l'instar de portoferraio, et sans doute d'un très grand nombre de ports, le bruit des véhicules qui passent du quai à la rampe d'accès du navire;
suivi du bruits émis par les navires (moteur, ventilation);bruits d'exploitation (moteurs des véhicules d'exploitation).

Faisant suite à ce constat, il est apparu qu'un navire en particulier émettait beaucoup plus de bruit que les autres. Après avoir étudié la mécanique de l'origine du bruit, il s'est avéré que cela était principalement dû à un axe tordu au niveau des sifflets d'attaque des rampes d'accès, qui empêchait la rampe d'avoir un angle d'attaque optimal.




*Voitures électriques achetées par CCIHC FRANCE*

Pour pallier ce disfonctionnement, l'armateur a profité d'une révision du navire pour remettre les axes en état. Côté port, il a été fait l'acquisition d'un planchon, qui est déployé au besoin, en fonction des caractéristiques du navire, et qui permet d'optimiser l'angle d'attaque de la rampe d'accès, limitant par là-même le bruit d'impact produit par les vibrations de la rampe au moment du passage des véhicules.
Dans le cas du navire en cause, qui était une source particulièrement importante de bruit, la remise en état des axes des sifflets d'attaque, a suffi à réduire cette source de bruit à un niveau proche de celui des autres plateformes, plus acceptable.

De plus, la mise en place de la rampe d'accès au niveau des navire qui nécessitent cet aménagement technique, a permis de réduire significativement les bruits caractéristiques des phases d'embarquement/débarquement.

Concernant les bruit émis par les navires, décision a été prise pour les navires qui reste à quai pour une longue période, de les placer le plus éloigné possible de la ville, en utilisant les quais appropriés, bien-sûr en tenant compte de la météo, et des conditions d'exploitation portuaire.

Concernant les bruits des véhicules d'exploitation thermiques, la CCI a fait l'acquisition de 4 véhicules d'exploitation électrique qui sont venus en remplacement de 4 véhicules thermiques, pour la manutention portuaire.

## *Frais engagés pour l'expérimentation*

Pour ce qui concerne le bruit des véhicules qui passent du quai à la rampe d'accès du navire, le port a été fait l'acquisition d'un planchon, pour la somme de 26 000 €.

Concernant les bruits des véhicules d'exploitation thermiques, la CCI a fait l'acquisition de 4 véhicules d'exploitation électrique:
- 2 véhicules Goupil G4 pour la somme de : 48 402.67 €
- 2 véhicules Goupil G2 pour la somme de : 30 317.50 €

Concernant le bruit de roulement des véhicules, dans la zone d'accès portuaire, qui est une zone où les véhicules arrivent avec des vitesses relativement importante (70/80 km/h), une partie du revêtement (enrobé) a été remplacé par du revêtement phonique (à absorption de bruit), qui tend à réduire les bruits de roulement, pour la somme de 39 809.00 €.
Les mesures prisent à travers les plans d'action de DECIBEL, ont engendré une dépense de l'ordre de 145 000.00 €

## *Résultats attendus*

L'impact du plan d'actions mis en place à Bastia sur les nuisances sonores a été en partie étudié lors de l'étude d'impact prévisionnel réalisée lors de la première phase du projet DECIBEL.

Tout d'abord, la réparation préalable du sifflet de la plateforme de chargement du Pascal PAOLI a permis de supprimer la principale source de nuisance sonore liée au bruit d'impact du sifflet. Cette source était à l'origine d'une grande partie des plaintes riverains.
L'acquisition du planchon va également permettre de diminuer encore les bruits liés au chargement et déchargement des navires, ce qui doit réduire la gêne ressentie par les riverains.



Les véhicules utilitaires du port désormais à propulsion électrique vont aussi engendré une diminution significative du bruit du port, en particulier lorsque le bruit de ces véhicules domine les autres sources présentes. La suppression du bruit de propulsion des véhicules (on considère que le bruit des moteurs électrique est négligeable) peut engendrer des diminutions moyennes de niveaux de 10 dB(A) voire plus.

Enfin, le remplacement de l'enrobé de chaussée existant par un enrobé phonique sur les vois d'accès aux navires doit également permettre une réduction du bruit de roulement des véhicules. En fonction de l'état du revêtement existant, la diminution moyenne des niveaux de bruit pour ce type de source se situe généralement entre 3 et 6 dBa.

## *Résultats réels documentés par les activités de suivi post-operam*

Suite à la mise en place des mesures détaillées plus haut, une réduction sensible de l'impact sonore généré par le port de commerce de Bastia est attendue. L'évaluation précise de cette réduction passe par la mesure.
Pour effectuer ces mesures, plutôt que de passer par une campagne de mesures ponctuelles, il a semblé plus opportun, et plus significatif aux niveaux des indicateurs, d'utiliser les données des capteurs de monitorage, mis en place dans le cadre d'un autre projet Interreg.
Les capteurs de monitorage acoustiques, installés au nombre de 3, sur le port de commerce de Bastia, permettent un suivi en temps réel de l'évolution des niveaux de bruit liés aux activités portuaires pour la somme de 56 404.00 € (mis en place dans le cadre du projet Mon Acumen).
Au travers de ces mesure de monitorage, il est possible de quantifier l'impact des actions menées sur l'émission acoustique des sources sonores générées par l'exploitation portuaire.
Malheureusement, le contexte économique et sanitaire a fortement retardé la mise en place des capteurs, qui ont été installé le 21 décembre 2021, avec 5 mois de retard, imputé à des retards de livraison de matériel,
Ce matériel a été bloqué durant 5 mois, à la suite du problème dans les transports «Angleterre/Europe», qui a été engendré par le Brexit.
A ce jour, les capteurs sont fonctionnels, et les accès à la base de données en cours de déploiement, ceci afin de rendre ces données accessibles aux chercheurs et universitaires, afin d'augmenter leur source d'informations.

Malgré le retard pris dans la mise en place de la solution de monitorage, il semble que le niveau de bruit engendré par le port de Bastia a baissé significativement, en effet, depuis la mise en place de ces mesures, les plaintes des riverains concernant les bruits engendrés par les installations portuaires ne se sont plus aussi fréquentes.En particulier, aucune plainte concernant les nuisances sonore n'a été enregistrer depuis mai 2020

## *Défis relevés dans la phase d'expérimentation*

Dans le cadre des projets acoustiques, le BREXIT a également impacté l'ensemble des projets auxquelles la CCI est liée. Certains de ses fournisseurs étant situés en Angleterre, la livraison de matériel a subi des retards de plusieurs mois, notamment la livraison des capteurs de monitorage. Le contexte sanitaire a fortement impacté le bon déroulement, entraînant des retards important suite au ralentissement économique, mais également des difficultés à travailler en synergie, suite aux difficultés liées au déplacement, empêchant toute réunion en présence.

# B) POINTS DE FORCE DE L'EXPÉRIMENTATION

## *Know how: capacité du projet à améliorer les connaissances et les compétences des organismes publiques impliqués*

Le projet, a fait prendre conscience, à l'ensemble des acteurs portuaires (publiques et privés) de l'importance de la gestion des émissions sonores, différents volets sont concernés par cette prise de conscience.

### 1. Sur l'impact sanitaire global lié au bien être environnemental

Le bruit est un phénomène acoustique produisant une sensation auditive considérée comme désagréable ou gênante. L'excès de bruit a des effets sur les organes de l'audition (dimension physiologique), mais peut aussi perturber l'organisme en général, notamment le sommeil ou le comportement (dimension psychologique).
Le développement des infrastructures de transports, engendre des nuisances sonores de plus en plus mal ressenties par les populations riveraines. Afin de prévenir et de réduire le bruit des infrastructures de transports, l'État a mis en place une politique qui s'articule autour d'une logique de prévention et de rattrapage de situations critiques.
Sont ici présentées les obligations des maîtres d'ouvrage d'infrastructures, des collectivités locales responsables de documents d'urbanisme et des constructeurs de bâtiments pour prévenir et réduire le bruit des infrastructures de transport.

Le développement des infrastructure portuaires, des voies et route de desserte, ainsi qu'une urbanisation mal maîtrisée aux abords de ces infrastructures de transports, ont créé des situations critiques. Le nombre de logements concernés par les nuisances sonores excessives qui en découlent est très élevé.
Face à ce constat, le Grenelle de l'environnement a dynamisé la politique basée à la fois sur la prévention, le traitement des bruits à la source et la résorption des situations les plus critiques que sont les points noirs du bruit et l'a dotée de moyens sensiblement accrus pour les réseaux routier et ferroviaire nationaux.

Ces dispositifs sont renforcés avec la mise en application de la directive n° 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement qui impose, notamment pour les infrastructures les plus importantes, l'élaboration successive d'une carte bruit stratégique puis d'un plan d'action, dit plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE).

### 2. Sur l'impact sur la santé des travailleurs

Le bruit fait partie des causes de maladies professionnelles depuis 1963. Le principe général de prévention déclare que « l'employeur est tenu de réduire le bruit au niveau le plus bas raisonnablement possible ».
C'est la directive européenne 2003/10/CE, traduite en droit français par le décret 2006-892 du 19 septembre 2006 et l'arrêté du 19 juillet 2006, qui fixe les seuils d'exposition professionnelle au bruit :

- 80 dB(A) et 135 dB(C) correspondent à la valeur d'exposition inférieure qui doit induire une action de prévention,
- 85 dB(A) et 137 dB(C) représentent la valeur d'exposition supérieure qui doit engendrer des actions correctives
- 87 dB(A) et 140 dB(C) font figure de valeur limite d'exposition (valeur qui tient compte de l'atténuation due au port d'un protecteur individuel contre le bruit) : elle ne doit jamais être dépassée.



### Avancé en matière de gestion des nuisances sonores.

A travers le projet décibel, le port de Bastia a réduit sa production de nuisance sonore. Les investissements réalisés, ont permis de réduire sensiblement la source de ces nuisances.

La mise en place de capteur de monitorage acoustique, permet d'envisager de continuer sur la voie de l'amélioration. A l'aide de ces indicateurs permanents, il sera possible de quantifier de manière precise et continue les nuisances sonores induite par l'exploitation portuaire.

Il est a noté, que l'installation des capteur a pris du retard, duite au contexte particulier (épidémie, brexit..). malgré le fait que ces indicateurs ne soit actif que depuis quelques semaines et que les données brutes sont en cours d'exploitation, un fait important est à prendre en compte. Les plaintes des riverains ont diminué de manière drastique, laissant entendre que la production de bruit dans le cadre de l'exploitation de la plateforme portuaire à est certainement diminuée.
Au-delà des quantifications de niveau de bruit, le ressenti des riverains, et des travailleurs, reste un facteur prépondérant.

## *Capitalisation et synergies avec d'autres projets existants dans les sites pilotes*

Le projet DECIBEL fait partie d'un ensemble de projets du cluster Interreg sur la durabilité des ports, en particulier sur le thème de l'acoustique, auxquels participe le port de Bastia.
Dans le cadre du projet Mon Acumen, le port de Bastia, a fait l'acquisition et procédé à l'installation de capteurs de monitorage acoustique, qui permettrons de récolter des données, qui seront nécessaires à l'analyse de la pertinence sur une longue durée.
A travers le projet List Port, il a été possible d'étudier l'impact sonore des flux de circulation, et les méthodes à mettre en œuvre pour limiter cet impact. A travers ce projet, le Port de Bastia s'est équipé de moyens techniques d'évaluation du trafic, permettant de croiser les données acoustiques avec un autre indicateur important, celui concernant le trafic engendré par le port de Bastia.
Les retours d'expériences des différents projets acoustiques, auxquels la CCI du Port Commercial de Bastia participe, ont permis de mutualiser les expériences, notamment en mutualisant le matériel, et les différents intervenants.

## *Durabilité: capacité d'autofinancement pour le maintien futur des activités pilotes testées*

L'acquisition de véhicules électriques, est une évolution majeure pour l'impact environnemental, tant au niveau de la pollution de l'air, que des émissions sonores. Le remplacement de l'ensemble de la flotte de véhicules d'exploitation est d'ores-et-déjà envisagé dans un avenir proche.
L'acquisition de capteurs de monitorage, et des prestations liées, permet d'avoir une vision en temps réel de l'impact acoustique des activités du port.
L'analyse pourra être poursuivie sur plusieurs années, et adaptée au contexte environnemental, en modifiant l'emplacement de ces capteurs, si le besoin se fait sentir (travaux particuliers, changement de destination d'équipements, etc.)
La maintenance des investissements réalisés sera auto-financé part le gestionnaire du port de Bastia, il est à noter que:

- le cout de la maintenance concernant les véhicules électriques est moins important que celui induit par leurs prédécesseurs à moteur thermique;

- les revêtements bitumineux phonique ont une durée de vie estimé de plus de 10 ans, à l'usage, il apparait que les revêtements de ce type posé il y a 15 ans sont toujours viables et ne nécessiterons aucun entretien durant cette période;
- les planchons à mettre sous les rampes d'accès sont fabriqué en acier galvanisé. D'expérience, cette technologie est très efficace, malgré les conditions portuaires, les embruns, qui sont très corrosif pour les aciers non traités. Le cout de la manutention lié à la mise en œuvre est absorbé dans les droits de port.

L'acquisition de capteurs de monitorage, et des prestations liées, permet d'avoir une vision en temps réel de l'impact acoustique des activités du port.
L'analyse pourra être poursuivie sur plusieurs années, et adaptée au contexte environnemental, en modifiant l'emplacement de ces capteurs, si le besoin se fait sentir (travaux particuliers, changement de destination d'équipements, etc.).
Le financement de cette activité, sera auto-financé par le gestionnaire. L'évolution législative imposera bientôt à l'employeur de tenir compte des niveaux de bruit dans l'environnement des travailleurs. Les mesure des niveaux de bruits ont incontournable face à cette nouvelle législation.

### *Sensibilisation et implication des citoyens dans la réalisation des objectifs et des résultats des expérimentation*

Des tables rondes devaient avoir lieux impliquants les stakeholders. Le contexte sanitaire n'a pas permis de sensibiliser les citoyens autant que nous aurions aimé le faire. Cependant, à travers d'autres projets Interreg, des rencontres avec des institutionnels et des citoyens ont eu lieu, au cours desquelles nous avons pu noter un éveil à l'impact réel du bruit.

### *Transférabilité: la reproductibilité de l'expérimentation dans un autre contexte local*

L'expérience est reproductible, la législation (française) évolue, et tend à rendre obligatoire la prise en compte de la notion d'impact acoustique.
L'ensemble des investissements produit à Bastia sont transférable sur d'autre plateformes portuaires pour peu que les caractéristiques soient similaires.

• L'acquisition de véhicule électrique en remplacement de véhicule thermique, peut se faire sur toutes les plateformes portuaires. Les évolutions concernant cette technologie sont très importantes, et ont un impact sur plusieurs volets environnementaux.
• La mise en œuvre d'une plateforme permettant d'optimiser l'angle d'attaque des rampes d'accès de navire, est une innovation qui permet de réduire sensiblement la source de bruit. Cette solution peut être combiné avec la mise en œuvre de revêtement absorbant, qui réduira la source sonore de manière encore plus significative.
• Concernant le revêtement bitumineux a absorption phonique, la mise en œuvre de cet investissement apporte un gain sensible dans 2 cas:
• Vitesse de roulage supérieur à 60 km/h
• Véhicule à moteur électrique

Dans le cas où le contexte est favorable, lors de la réfection des revêtements il est opportun d'opter pour un revêtement de ce type, car le développement des véhicules électriques rendra cette solution de plus en plus pertinente dans un avenir à court terme.



# LE PORT DE OLBIA

## A. DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'EXPÉRIMENTATION

### *Problèmes initiaux relevés par des activités de suivi ante-operam*

Les responsables du suivi (DiCAAR - Département d'ingénierie civile, environnementale et d'architecture de l'Université de Cagliari) n'ont relevé aucune problématique majeure.

Dans la phase ante-operam, une analyse acoustique environnementale de la zone portuaire a été réalisée, afin d'avoir une vision suffisamment exhaustive de tous les éléments contribuant à déterminer les scénarios d'ambiance sonore et de trafic. Cette analyse visait également à identifier des problèmes éventuels pour l'évaluation successive du plan d'action.

L'étude a eu pour objet la caractérisation acoustique de la zone portuaire de la ville d'Olbia par le biais d'une analyse propédeutique préalable réalisée en identifiant et en recueillant les informations pertinentes pour décrire le contexte socio-économique et démographique, le système de transport, le système environnemental et l'aménagement du territoire.

Cette activité répondait à l'objectif de contribuer à l'atténuation des nuisances sonores causées par les flux de véhicules liés à la présence du port commercial.

### *Objectifs d'atténuation des phénomènes de pollution sonore détectés*

Pour obtenir une réduction du bruit pouvant être quantifiée au moyen de mesures expérimentales, il est nécessaire d'intervenir sur toutes les sources sonores. En particulier, il a été jugé particulièrement efficace d'intervenir en réalisant des travaux d'enrobé des routes, fondés sur des indications objectives issues des mesures acoustiques environnementales.

La réduction de la pollution sonore due au trafic élevé provoqué par la présence du port au cœur de la ville a été sans aucun doute l'élément de base et l'objectif principal de toutes les activités du projet, en pleine conformité avec les principes inspirateurs du Programme.

### *Activités/achats réalisés*

Après avoir mesuré les paramètres acoustiques de l'état des lieux avant l'exécution des travaux, qui présentaient des valeurs assez critiques, le DiCAAR, en s'appuyant également sur les études de l'Université de Gênes, a identifié un modèle/étude pour la réduction des paramètres mentionnés : cet objectif pouvait être atteint en remplaçant 1500 mq de la pierre existante par un enrobé phonique sur certains tronçons de routes reliant le port et le centre-ville.

Pour la publicité du projet, conformément à la Convention interpartenariale, la Commune d'Olbia a confié à une société spécialisée la création et la fourniture de gadgets et de matériel d'information/dissémination à distribuer aux partenaires du projet et aux participants aux événements dédiés.

## *Frais engagés pour l'expérimentation*

Voici un résumé des principaux postes de dépenses:

| | | |
|---|---|---|
| assistance scientifique DICAAR | euros | 83600 |
| enrobé phonique | euros | 216740 |
| coordinateurs sécurité CSP/CSE | euros | 5940 |
| accord de coopération avec l'autorité portuaire | euros | 1650 |

## *Résultats attendus*

Les résultats attendus coïncident avec les objectifs initiaux, à savoir une réduction significative du bruit en ville dans la zone portuaire. Un tel résultat est sans aucun doute souhaitable et contribue à l'amélioration de la qualité de vie des habitants et des utilisateurs des villes.

## *Résultats réels documentés par les activités de suivi post-operam*

Les activités expérimentales pour déterminer le bruit généré par le trafic des véhicules dans la période de référence post operam, c'est-à-dire après la pose du nouvel enrobé phonique, ont été réalisées aux mêmes points de mesure utilisés pendant la phase ante operam et en gardant la simultanéité de la chaîne des mesures de trafic avec la chaîne des mesures acoustiques. Bien que les deux périodes de référence (ante operam et post operam) puissent être considérées comme équivalentes en termes de localisation et de durée des mesures, il convient de souligner que, dans les deux cas, les conditions opérationnelles auxquelles il faut se référer sont celles de l'absence de flux libre de véhicules et du caractère transitoire du régime de mouvement. Ces sources de variabilité qui compromettent le respect de l'exigence « toutes les autres conditions étant égales » ne facilitent certainement pas une comparaison directe des deux campagnes de mesure et imposent donc le recours à des traitements pour ramener les résultats à des conditions pouvant être considérées comme de référence. Dans ce document seront rapportées et analysées les chronologies des mesures acoustiques réalisées en simultanéité avec les mesures de trafic des stations phonométriques situées en trois points de mesure du niveau de pression sonore:

a) le carrefour à feux situé dans la Via Principe Umberto, près de la Mairie d'Olbia,

(b) le passage souterrain adjacent à Via Genova ;

(c) le rond-point du Sacro Cuore.



## *Point de mesure en face de la Mairie d'Olbia*

Figure 1 Station de mesure en face de la Mairie d'Olbia, Via Principe Umberto.

La figure 1 montre la station phonométrique située en face de la mairie d'Olbia, dans la Via Principe Umberto. Les mesures post-operam relatives à la station du carrefour à feux se sont avérées être influencées par la présence de sources de bruit causées par des activités ne pouvant pas être mises en corrélation avec l'évolution du flux de véhicules dans le temps. C'est pourquoi ces mesures, dans le présent rapport, ne peuvent pas être utilisées directement pour quantifier l'effet d'atténuation découlant de l'enrobé phonique de la route.

## *Point de mesure de Via Genova*

Figure 2 Station de mesure située dans Via Genova.

La figure 2 montre la station phonométrique située dans Via Genova, tandis que la figure 3 montre l'évolution des niveaux de pression acoustique équivalents avec un temps d'intégration égal à 1 heure, ainsi que l'évolution du nombre total de passages de véhicules sur les trois zones de mesure du trafic de véhicules situées dans Via Genova, à la sortie du passage souterrain vers la route ss125 et sur la route surélevée ss125.

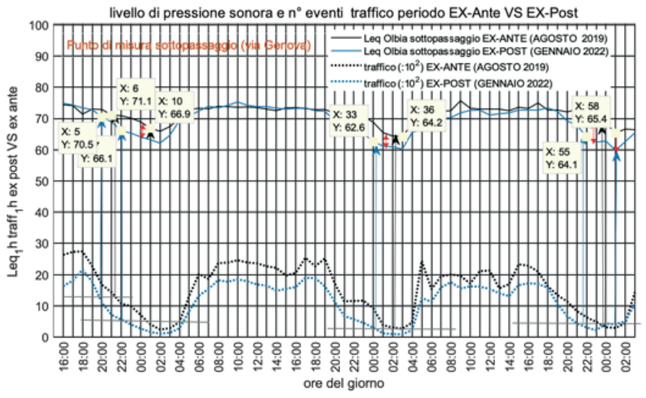



Figure 3 Via Genova. Comparaison de l'évolution des niveaux de pression acoustique et du nombre de passages de véhicules dans la période ante operam et post operam.

On peut observer que le trafic de véhicules dans la période ex-ante est nettement plus élevé que dans la période ex-post, car la première période fait référence à la période de pointe annuelle pour le nombre d'embarquements et de débarquements sur l'île. Le niveau de pression acoustique correspondant est systématiquement plus élevé que la tendance correspondante de la période ex-ante. Ce résultat nous permet d'avoir un champ d'analyse utile et cohérent pour quantifier l'effet d'atténuation du nouveau revêtement à absorption phonique. On peut identifier un certain nombre d'intervalles de mesure caractérisés par un différentiel de niveau de pression acoustique qui peut être pris en compte pour déterminer la marge d'atténuation de l'effet d'absorption phonique du revêtement. De plus, le long de la ligne temporelle de mesure, il est possible d'identifier des événements d'intensité de véhicule égale, où la valeur du niveau de pression acoustique est inférieure même de quelques unités de décibels dans la période ex-post par rapport à la valeur de la période ex-ante.

## *Point de mesure du rond-point du Sacro Cuore*

Figure 4 Station de mesure située au rond-point du Sacro Cuore

La figure 4 montre la station phonométrique située au rond-point du Sacro Cuore, tandis que la figure 5 montre les tendances des niveaux de pression acoustique équivalents avec un temps d'intégration de 1 heure, ainsi que les tendances du nombre total d'événements de passages de véhicules sur les sections de mesure du trafic de véhicules situées dans Via Principe Umberto et au rond-point Sacro Cuore.

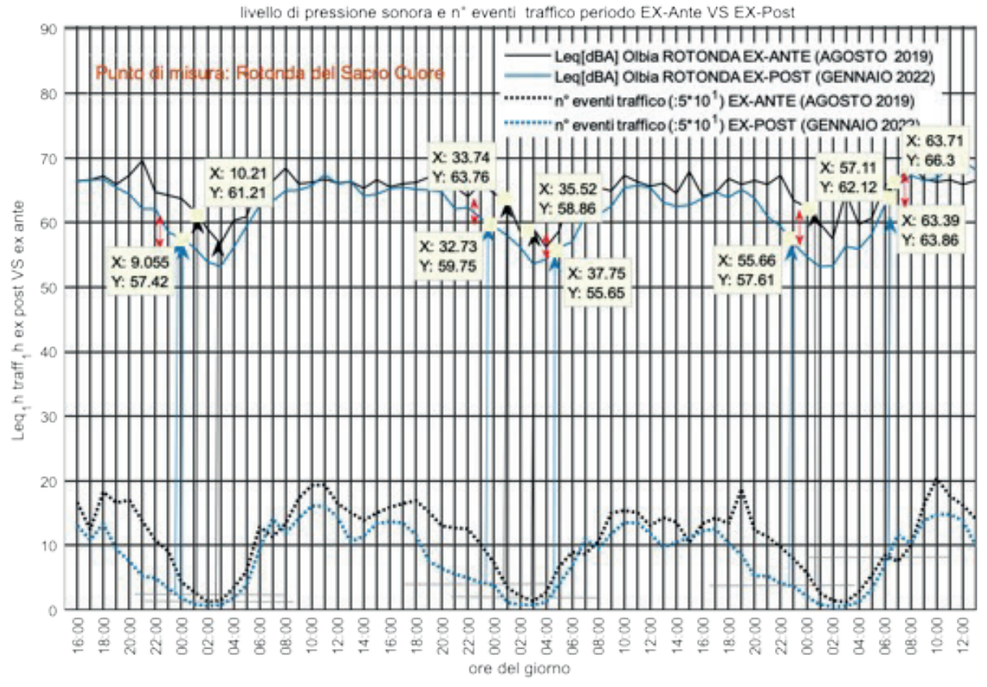



Figura 5 Rond-point du Sacro Cuore via Principe Umberto. Comparaison des tendances des niveaux de pression acoustique et du nombre de passages de véhicules dans la période ex ante et ex post.

Dans ce cas également, on peut observer que le trafic de véhicules dans la période ex-ante est nettement plus élevé que dans la période ex-post, car la première période correspond à la période de pointe annuelle pour le nombre d'embarquements et de débarquements sur l'île. Le niveau de pression acoustique correspondant est cohérent avec les tendances et l'amplitude du flux de véhicules. Nous pouvons observer la présence de larges intervalles de temps dans lesquels le niveau de pression acoustique de la période ex-post reste significativement au-dessous de la tendance correspondante de la période ex-ante pour le même nombre d'événements de passages de véhicules détectés dans les deux périodes de référence. Dans ce cas aussi, un champ d'analyse important et utile est disponible pour quantifier l'effet d'atténuation du nouvel enrobé phonique.

# B. POINTS DE FORCE DE L'EXPÉRIMENTATION

## *Know how: capacité du projet à améliorer les connaissances et les compétences des organismes impliqués*

Grâce au projet DECIBEL, il a été possible de développer des méthodologies avancées pour améliorer le climat acoustique du front du port. En fait, le projet pilote a fait appel à des compétences transversales, impliquant différents sujets par le biais d'une collaboration étroite avec des échanges de connaissances, de points de vue et de mises à jour constantes et fréquentes.

## *Innovation: développement de méthodes d'intervention technique, de simplifications administratives, de méthodes de suivi, d'innovations de produit et/ou de service*

La solution de conception adoptée a identifié un élément simple du projet - le remplacement du revêtement routier - comme un moyen approprié de contribuer à la réduction des émissions sonores. L'utilisation de l'enrobé phonique, choisi également sur la base de son origine de matériau 100% recyclé et recyclable, dans le centre-ville est une nouvelle méthodologie pour la réalité locale qui ouvre la voie à son utilisation future dans d'autres zones urbaines. L'administration municipale a pour objectif constant de poursuivre et de mettre en œuvre le plus haut degré de travaux en accord avec les prévisions de durabilité environnementale.



## *Capitalisation: la capacité du projet à profiter des expériences et des relations développées dans d'autres projets.*

Grâce à la synergie avec les autres projets du cluster Interreg Italie-France Maritime sur la pollution sonore dans les ports, il a été possible d'exploiter les méthodologies d'analyse développées notamment dans les projets Report et Listport, afin d'identifier et de caractériser correctement les causes et les sources de bruit qui ont le plus d'impact sur le climat acoustique urbain examiné.
Grâce à des acquisitions expérimentales précises du trafic de véhicules et du bruit par des stations phonométriques, il a été possible d'identifier les corrélations de cause à effet qui déterminent le climat acoustique du front portuaire.
Par conséquent, grâce au modèle d'analyse prévisionnelle et à l'identification des causes, il a été possible de concentrer plus précisément l'attention sur les aspects liés au revêtement routier, aux effets du roulement des pneus et aux phénomènes de réflexion et de réfraction des ondes acoustiques.

## *Intégration/synergies avec d'autres projets existants dans les sites pilotes*

Après les travaux sur le revêtement routier, il a été possible de réaliser d'autres acquisitions expérimentales qui ont permis de démontrer objectivement leur efficacité et leur avantage. Il a également été possible d'élargir la base de données acoustiques et de fournir une nouvelle occasion de valider les modèles développés au cours des autres projets du cluster Interreg sur la pollution sonore dans les ports.

## *Durabilité: capacité d'autofinancement pour le maintien futur des activités pilotes testées*

Le nouveau revêtement a immédiatement permis de réduire les coûts permanents d'entretien du revêtement en pierre existant. Actuellement, la performance continue du site traité fait partie de la gestion de routine des revêtements routiers, avec des économies importantes par rapport aux coûts précédents.

## *Sensibilisation et implication des citoyens dans la réalisation des objectifs et des résultats des expérimentations*

La municipalité a continué de fournir des informations et des détails sur le projet par le biais de ses propres canaux d'information, comme le site web institutionnel et la presse locale.

## *Transférabilité: la reproductibilité de l'expérimentation dans un autre contexte local*

Les caractéristiques de l'œuvre réalisée permettent sa diffusion et sa répétabilité dans n'importe quel contexte urbain qui pourrait avoir besoin de prévoir la réduction de la pollution sonore due à une circulation excessive de véhicules.

# LE PORT DE PORTOFERRAIO

## A. DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'EXPÉRIMENTATION

### *Problèmes initiaux relevés par des activités de suivi ante-operam*

Les premiers relevés des émissions sonores résultant des impacts des rampes des navires RoRo ont été réalisés en 2019 dans le cadre d'une étude commanditée par Anci Toscana à l'escale de Portoferraio. Le but de ces relevés était de fournir un cadre général du bruit d'impact sur certains quais, par l'acquisition de séries chronologiques des niveaux Laeq et spectre. Une analyse approfondie des mécanismes de génération du bruit n'a pas été réalisée à ce stade, car celle-ci ne figurait pas parmi les objectifs de l'étude préliminaire.

En juin 2021, de nouveaux relevés ont été effectués sur le quai n° 2, au cours desquels la présence de plusieurs sources sonores composées des éléments suivants a été révélée:

- impact du sifflet du navire sur la plaque métallique ancrée sur le béton du quai;
- choc des jonctions avec la charnière reliant la rampe au navire;
- choc des jonctions avec la charnière reliant la rampe au sifflet.

Ces sources sonores produisent des émissions différentes selon que les véhicules entrent ou sortent de la rampe. Elles varient aussi considérablement selon le point d'accès du véhicule sur la rampe, atteignant des valeurs maximales lorsque le véhicule passe sur une jonction défectueuse. Elles dépendent également de la vitesse et du type de véhicule.

Malheureusement, en raison de l'intense activité portuaire liée à la période estivale durant laquelle les mesures ont été effectuées, il n'a pas été possible de réaliser des études approfondies lors de cette session de mesures. Les mesures se réfèrent au passage de nombreux véhicules en séquence rapide, sans possibilité de détecter des événements isolés et sans possibilité de déterminer la contribution à l'ambiance sonore des sources individuelles.

Des relevés post operam ont été effectués en août 2021, après l'installation de bandes en caoutchouc au quai n° 2 en juillet. Pour les mêmes raisons que ci-dessus, il n'a pas été possible de déterminer la contribution à l'ambiance sonore des sources individuelles et d'évaluer l'atténuation obtenue après la pose des bandes. Le revêtement en caoutchouc au quai n° 2 a fait l'objet d'activités de conception préliminaires afin d'identifier le meilleur produit sur le marché qui garantirait d'excellentes performances en termes de résistance mais aussi en termes de réduction du bruit.

En décembre 2021, grâce à la période d'activité portuaire réduite, les compagnies maritimes se sont rendues disponibles pour effectuer quelques relevés acoustiques dans des conditions contrôlées. Avec la collaboration des armateurs, il a été possible de faire entrer et sortir du navire plusieurs fois la même voiture sur le quai n° 1 de façon à reproduire une situation similaire à celle du quai n° 2 ante operam.



Une simulation ante et post operam a également été réalisée sur le quai n° 7. Les niveaux sonores produits par les passages isolés de différentes voitures entrant dans le navire lors d'un premier débarquement ont été relevés. Ensuite, après avoir posé temporairement une bande de caoutchouc tout le long de la rampe, les passages isolés ont été à nouveau relevés lors d'un second débarquement.

### *Objectifs d'atténuation des phénomènes de pollution sonore détectés*

Le bruit impulsif généré à la sortie des véhicules des navires RoRo est produit par les trois composantes prédominantes mentionnées ci-dessus:

- impact du sifflet du navire sur la plaque métallique ancrée sur le béton du quai;
- choc des jonctions avec la charnière reliant la rampe au navire;
- choc des jonctions avec la charnière reliant la rampe au sifflet.

Pour obtenir une réduction du bruit qui puisse être quantifiée par des mesures, il est nécessaire d'agir sur les trois sources sonores. Cela est dû aux caractéristiques intrinsèques des phénomènes acoustiques et à leur sommation logarithmique.

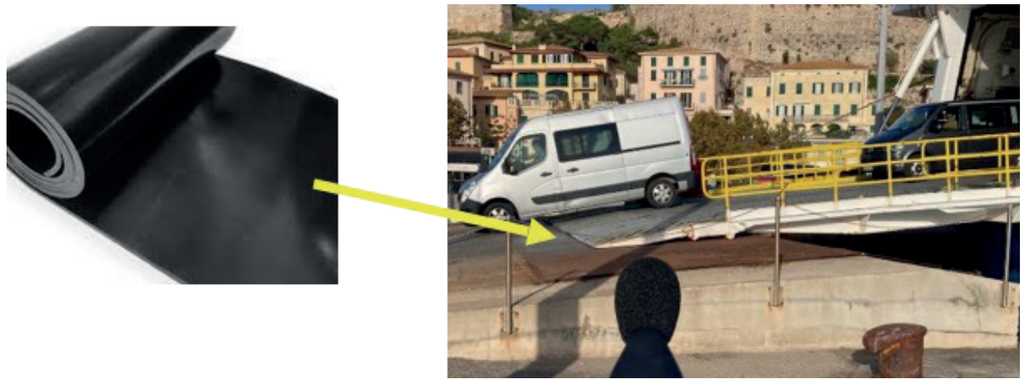
Concernant les trois composantes du bruit énumérées, on peut faire la distinction suivante:

- la première composante concerne la morphologie du quai et entraîne donc la nécessité d'une intervention des autorités portuaires ou des organismes publics compétents;
- les deux autres composantes sont inhérentes à la mécanique des navires et des rampes et nécessitent donc une intervention directe des armateurs.

Dans le cadre du projet Decibel, l'objectif était d'intervenir sur la seule composante pouvant faire l'objet d'une atténuation acoustique, à savoir celle qui relève de la compétence de l'Autorità Portuale del Mar Tirreno Settentrionale. Cette composante a enregistré une réduction, mise en évidence par les analyses post operam, de 4 dB, ce qui, bien que non décisif, constitue un pas important vers la réduction globale des émissions sonores.
Les deux autres composantes qui, toujours grâce aux relevés post operam, ont été identifiées comme étant significatives lors des phases de débarquement et d'embarquement des véhicules, nécessitent une intervention directe des acteurs compétents, à savoir les compagnies maritimes. En particulier, la promotion de projets dans le cadre de programmes de financement européens pour le secteur maritime est recommandée, car il s'agit d'un moyen utile pour impliquer les armateurs dans la réalisation d'interventions de maintenance ordinaire qui apportent un avantage économique à la fois à la société (amélioration des conditions de la flotte) et aux citoyens (et aux travailleurs du port) grâce à la réduction de la pollution sonore. L'implication des quelques compagnies maritimes qui opèrent quotidiennement dans un petit port comme celui de Portoferraio apporterait un bénéfice significatif et direct à toute la communauté locale.
En plus de l'identification des objectifs possibles d'atténuation des phénomènes acoustiques, le projet DECIBEL a identifié des objectifs de détection des conditions acoustiques et environnementales et d'évaluation des volumes de trafic (défini dans l'analyse comme la cause objective de la pollution sonore à Portoferraio), pouvant être atteints par une surveillance directe au port. Cela a entraîné la nécessité de créer un réseau de capteurs pour l'évaluation des émissions acoustiques et environnementales et du trafic des véhicules en cours de débarquement/embarquement à des fins de prévention et d'évaluation des sources d'émission et d'identification éventuelle de futures interventions d'atténuation.

## *Activités/achats réalisés*

Au cours de l'année 2020, la conception d'un revêtement en caoutchouc a été réalisée pour le quai n° 2. La conception a dû faire face à de nombreuses complexités, découlant du fait que le revêtement devait être résistant à l'abrasion et aux chocs, sans compromettre ni la fonctionnalité pendant les manœuvres ni la sécurité. Tous les aspects relatifs à la sécurité et à la fonctionnalité du caoutchouc, une fois installé, ont été soigneusement analysés par l'équipe de conception et les autorités locales compétentes, telles que l'AdSP et la Capitainerie du port. Pendant les phases de validation du projet par les bureaux compétents de l'AdSP MTS, il est apparu nécessaire d'effectuer des contrôles sur les performances du caoutchouc en cas de pluie ou de surface mouillée, afin de garantir le bon niveau de sécurité dans les zones de débarquement des passagers et des véhicules. La réglementation en vigueur en Italie impose en effet la conformité du revêtement à la norme UNI EN 13036-4 relative aux « Caractéristiques de surface des routes et aérodromes - Méthodes d'essai - Partie 4 : Méthode de mesurage de l'adhérence d'une surface : Essai au pendule ». Les tests effectués sur l'échantillon de caoutchouc fourni au laboratoire ont permis de vérifier la conformité du produit aux exigences de la réglementation.



*Revêtement en caoutchouc installé*

Au cours de l'été 2021, un marché pour l'installation d'un revêtement en caoutchouc au quai n° 2 a été attribué à une société locale ayant des compétences en matière de construction et d'équipements routiers.

Dans le cadre des achats réalisés avec les fonds du projet DECIBEL, un système de surveillance des conditions acoustiques/environnementales et du trafic dans le port de Portoferraio a été créé. Le système est composé de sonomètres pour détecter le bruit sur le quai, de stations de surveillance des émissions de polluants dans l'air et d'un système de détection des navires à quai et du nombre de véhicules utilitaires en fonctionnement pendant les phases de débarquement/embarquement. Le système ainsi composé vise à offrir un aperçu global des conditions acoustiques et environnementales de l'air dans les environs immédiats du Port de Portoferraio et à fournir aux autorités compétentes (AdSP, Municipalité, etc.) des informations certaines concernant aussi bien les ferries en arrivage et en partance que les mouvements des véhicules utilitaires autour des ferries. Cela garantit un niveau élevé de planification des activités dans le port, afin de fournir à la communauté portuaire tous les systèmes disponibles pour prévenir tout problème qui, grâce aux systèmes achetés, devient prévisible.



## *Frais engagés pour l'expérimentation*

L'installation du revêtement en caoutchouc dans le port de Portoferraio a coûté 1626,81 €/m². Le matériau utilisé a une épaisseur de 75 mm.

Suite à l'expérience réalisée, étant donné la durabilité démontrée, on suppose que le même type d'intervention pourrait être réalisé avec un matériau moins épais, de 40 millimètres. Dans ce cas, on estime que le coût unitaire pourrait être réduit à 1332,37 €/m².

Ces chiffres incluent également les dépenses accessoires (préparation du site, frais de sécurité, etc.). Par conséquent, des économies supplémentaires pourraient être réalisées en cas d'installation sur de plus larges surfaces.

Le système de surveillance a fait l'objet de deux marchés distincts : le premier visait l'achat des composants pour les relevés acoustiques et environnementaux, pour un montant total de 57 250,00 € HT, pour la fourniture de 3 sonomètres et de 3 stations de surveillance des émissions, de manière à couvrir tous les quais du port. Le deuxième marché a permis d'acheter un système de comptage du trafic et un système de détection des navires à quai pour un montant de 115.000,00 € HT et a concerné tous les quais du port de Portoferraio. Toutes les interventions se sont achevées avec l'installation du système et n'ont pas nécessité d'autres installations ou mises en œuvre.

## *Résultats attendus*

Pour chacune des trois composantes du bruit d'impact décrites précédemment, il est possible de supposer une réduction d'au moins 3 dB grâce à une réhabilitation acoustique adéquate. En particulier, en ce qui concerne les composantes du bruit d'impact résultant du choc des jonctions avec les charnières du navire, il serait probablement possible d'obtenir l'élimination complète de cette source de bruit par des interventions de maintenance.

Le système de détection des émissions sonores et environnementales et le système de comptage du trafic visent à atteindre plusieurs objectifs:

- la surveillance en continu des émissions sonores dans les zones névralgiques, qui sont également les plus exposées à d'éventuels problèmes connexes;
- la surveillance des véhicules qui transitent afin de contrôler, par recoupement des données, les pics d'émissions et de bruit, pour tenter d'en comprendre la cause et, le cas échéant, préparer des mesures de réduction;
- la création d'un système de prévision de l'évolution des niveaux sonores, de pollution et de trafic générés à des moments précis de la journée ou lors de circonstances spécifiques dans le port.

Le réseau de capteurs installé dans le port peut donc garantir la réalisation d'objectifs d'évaluation d'intérêt général pour les autorités locales et les citoyens. Grâce au réseau, il est en effet possible d'effectuer des analyses prédictives, prévisionnelles et statistiques très pertinentes afin d'obtenir des résultats sous de multiples aspects:

- statistique : en évaluant le nombre de véhicules arrivant sur l'île aux périodes de plus forte affluence;
- aménagement urbain prévisionnel: grâce au nombre de véhicules qui arrivent et qui partent (obtenu en traitant les données précédentes), il est possible de développer des solutions pour orienter les flux vers le port et vers la ville, en évitant les embouteillages et donc en réduisant les émissions sonores dues au trafic, même dans des zones non portuaires;

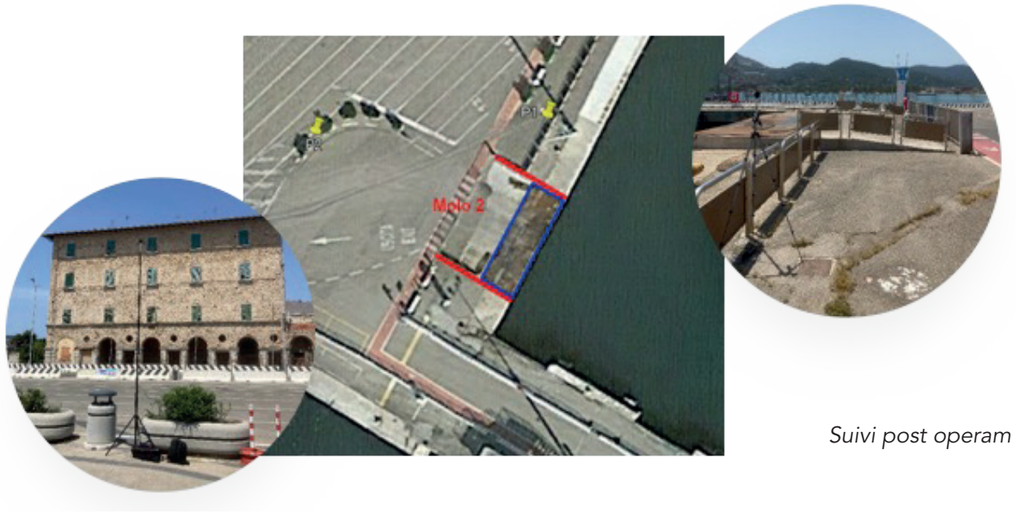
- interventions acoustiques prévisionnelles: grâce aux niveaux sonores obtenus, il est possible d'évaluer les émissions sonores non seulement par rapport à un laps de temps déterminé, mais aussi par rapport à un événement sonore spécifique (ferry à quai) et ainsi identifier les zones qui nécessitent le plus d'actions d'atténuation. En outre, grâce aux données relevées, parmi lesquelles les spectres sonores, il est possible de définir plus précisément les interventions acoustiques (les sons de basse fréquence nécessitent des actions d'atténuation différentes par rapport aux sons de haute fréquence).

## *Résultats réels documentés par les activités de suivi post operam*

Comme déjà mentionné au point 1 ci-dessus, des tests post operam ont été effectués en août 2021 sur le quai n° 2, mais le rythme soutenu des activités portuaires n'a pas permis de mesurer les passages isolés des véhicules et donc de déterminer la contribution à l'atténuation du revêtement en caoutchouc installé.

Les tests ont ensuite été répétés en décembre 2021, en période d'activité portuaire réduite, en simulant une situation ante et post operam au quai n° 7. Le bruit produit par le passage isolé de chaque véhicule entrant dans le navire a été mesuré, dans des conditions de fonctionnement ordinaires du quai, où se trouve une plaque métallique sur laquelle s'appuie le sifflet de la rampe du navire. La valeur mesurée a été comparée à celle obtenue lors d'une autre mesure, effectuée en posant un rouleau de tapis de sol en caoutchouc anti-vibration entre la plaque d'appui et le sifflet.
Ayant isolé par une analyse post-traitement la contribution du bruit d'impact du sifflet du navire sur la plaque d'acier, une réduction moyenne du bruit d'impact de 4 dB(A) a été constatée pendant la






*Suivi post operam*

phase d'accès des véhicules à l'intérieur du navire.

Grâce au système de surveillance des émissions sonores et au système de détection des navires à quai et des véhicules utilitaires en fonctionnement pendant les phases de débarquement et d'embarquement, il a été possible de comprendre quelle sont les situations nuisibles pour le port et les riverains. Cette activité a été réalisée en évaluant les pics sonores relevés par les sonomètres installés et en recoupant les données avec les navires détectés à quai et les véhicules correspondants débarqués. Cette analyse nous a permis de comprendre les niveaux sonores réels atteints par les navires pendant les phases de débarquement et d'embarquement, d'évaluer leur durée dans le temps et de comprendre, grâce à la présence de plusieurs sonomètres sur une surface restreinte comme celle de Portoferraio, l'évolution du trafic de débarquement.

## *Défis relevés dans la phase d'expérimentation*

### Procédures bureaucratiques

La pose d'un revêtement de quai, quel qu'il soit, implique un certain nombre de démarches formelles. La première étape concerne l'organisme en charge des zones d'intervention, à savoir dans notre cas l'AdSP del Mar Tirreno Settentrionale, qui n'a évidemment pas posé problème.
La deuxième étape concerne l'implication des autorités compétentes du côté de la mer, à savoir dans ce cas la Capitainerie du port de Portoferraio, pour la gestion des arrivées et des départs. Pendant l'intervention, il est évidemment nécessaire qu'aucun navire n'accoste au quai faisant l'objet de l'intervention. Cela signifie donc que toutes les arrivées et tous les départs de ce quai doivent être dirigés vers d'autres quais pendant toute la durée des travaux, ce qui est réalisé au moyen d'une ordonnance spéciale par les bureaux compétents de la Capitainerie du port en question.

Afin d'obtenir l'ordonnance spéciale de la Capitainerie, il est nécessaire de lui indiquer:
- les délais d'exécution des travaux ;
- le site du chantier ;
- les prestataires chargés ;
- les activités à réaliser ;
- tout problème supplémentaire éventuel, comme le travail de nuit, la nécessité de fermer d'autres quais, les coupures de courant éventuelles.

Avec l'ordonnance, les étapes formelles d'autorisation sont conclues, tandis que d'autres étapes sont nécessaires pour contrôler les activités en matière de sécurité du site et de direction des travaux. Ces étapes peuvent être prises en charge, comme c'est notre cas, par le maître d'ouvrage, s'il est disponible, sinon elles peuvent être confiées à des tiers.

La réalisation d'un revêtement en caoutchouc, comme dans l'expérience de Portoferraio, n'implique aucun changement dans le processus d'autorisation, mais des informations supplémentaires peuvent être requises sur le type de caoutchouc et le type de produit à installer. Dans le cas en question, les bureaux compétents de l'AdSP MTS ont demandé des tests spécifiques sur le caoutchouc concernant sa performance en cas de pluie ou de surface mouillée, afin de garantir le bon niveau de sécurité dans les zones de débarquement des passagers et des véhicules. La réglementation en vigueur en Italie impose en effet la conformité du revêtement à la norme UNI EN 13036-4 relative aux « Caractéristiques de surface des routes et aérodromes - Méthodes d'essai - Partie 4 : Méthode de mesurage de l'adhérence d'une surface : Essai au pendule ».

La mise en œuvre du système de surveillance, tant pour les émissions que pour le comptage des véhicules, n'a nécessité aucune procédure bureaucratique particulière, puisque les activités ont été réalisées sur des éléments qui sont la propriété de l'AdSP MTS.

### Difficulté à trouver les matériaux

L'installation des bandes en caoutchouc au quai n°2 avait été prévue pour la période pré-estivale, afin d'éviter toute interférence avec l'intense activité portuaire qui se déroule en juin, juillet et août. Malheureusement, en raison de la pandémie mondiale causée par la Covid 2019, des problèmes sont apparus dans la disponibilité des matières premières, comme le caoutchouc. Cela a entraîné des retards importants, ce qui a retardé la mise en œuvre au mois de juillet.
Le système de suivi n'a pas souffert de problèmes pour trouver les matériaux.

### Difficulté à assurer le suivi

Le suivi ne concernait que la construction du revêtement en caoutchouc du quai n°2 du port de Portoferraio, étant donné la nature très innovante du projet. Pendant les essais ante operam et post operam les principales difficultés rencontrées ont été celles liées à la coordination des activités de détection acoustique avec les activités d'embarquement et de débarquement et avec toutes les autres opérations de manœuvre accessoires. Pour pouvoir effectuer des tests et des mesures représentatifs du bruit des différentes sources sonores, il est nécessaire de disposer de conditions bien définies et reproductibles, ce qui est très difficile à réaliser au sein de l'activité portuaire intense.



# B. POINTS DE FORCE DE L'EXPÉRIMENTATION

## *Know how: capacité du projet à améliorer les connaissances et les compétences des organismes impliqués*

Grâce au projet DECIBEL, il a été possible d'accroître les connaissances dans le domaine de l'acoustique portuaire : il a été possible de connaître les principales causes du bruit dans le port, les différents types de bruit et les solutions possibles.
Il a en effet été possible de comprendre les principales causes du bruit dans le port de Portoferraio, comme le bruit d'impact généré par les rampes pendant le débarquement et l'embarquement des véhicules des ferries ou le bruit des véhicules en transit. Une fois que la source sonore générant des perturbations non seulement pour les opérateurs et les touristes, mais surtout pour les riverains des zones voisines a été comprise, des solutions pour réduire les émissions du bruit individuel généré ont été étudiées.
Pendant cette phase de l'étude, grâce aux conseils de techniciens et de personnes compétentes en acoustique, il a été possible de connaître les paramètres à analyser, les limites réglementaires et d'autres aspects fondamentaux pour comprendre l'acoustique en champ ouvert.
L'analyse du climat acoustique de Portoferraio a également nécessité la mise en place d'un réseau de capteurs pour surveiller en permanence les conditions acoustiques et environnementales, afin d'obtenir plus d'informations sur les types de bruit générés au quotidien. Dans le cadre de l'intégration d'un réseau de surveillance pour le port de Portoferraio, non seulement des sonomètres ont été acquis, mais aussi un système de détection des véhicules en transit sur le quai. Ce système se compose de deux types de capteurs différents : le premier est basé sur un système qui vérifie la présence du navire au quai, afin que les données acoustiques puissent être croisées avec les données de trafic des navires en transit. Le deuxième type de capteur vise à compter les véhicules en transit pendant les phases de débarquement et d'embarquement du navire, afin de surveiller les conditions de circulation associées aux conditions acoustiques. S'il est prouvé que pendant l'arrivée d'un ferry spécifique, les niveaux sonores sont élevés, nous pouvons identifier plus précisément les raisons, notamment le nombre de véhicules en transit et toute autre source sonore.

## *Innovation: développement de méthodes d'intervention technique, de simplifications administratives, de méthodes de suivi, d'innovations de produit et/ou de service*

Un autre aspect innovant que l'on peut mettre en exergue grâce à l'intervention sur Portoferraio concerne la solution de surveillance très innovante, car seuls très peu de ports disposent actuellement d'un réseau des émissions sonores et polluantes dans tout le système portuaire. Le projet DECIBEL, avec d'autres projets Interreg (mentionnés plus loin), a permis de créer un réseau de surveillance sonore et environnementale de système, accessible à partir d'un portail unique et fournissant des informations et des données sur les émissions sonores et les gaz à effet de serre dans le port principal d'Elbe et, éventuellement, de les comparer avec un port aux caractéristiques différentes.
Ce système de surveillance s'intègre parfaitement au réseau de capteurs de circulation et de relevé des véhicules pendant les phases d'embarquement et de débarquement et offre une image complète de la situation actuelle du point de vue du bruit, en surveillant non seulement l'effet mais aussi la cause du problème. Ce système permet de bien comprendre le niveau de bruit généré pendant l'activité prédominante du port de Portoferraio, l'arrivée des ferries, en évaluant également le volume

émis directement par la source acoustique dans le port pendant l'activité quotidienne.
L'aspect de la réalisation d'un revêtement en caoutchouc sur le quai est une solution très innovante car personne en Italie n'avait réalisé une solution de ce type pour réduire le bruit d'impact pendant les phases de débarquement/embarquement. Le caoutchouc est généralement utilisé dans les ports pour les pare-battages, fenders ou les pare-chocs, des articles classiques pour les ports. Les revêtements en caoutchouc pour réduire les bruits d'impact sont utilisés dans d'autres types de milieux, comme les carrières, les industries et autres. L'intervention réalisée à Portoferraio est donc très innovante, car elle présente les caractéristiques d'un projet pilote, testant directement sur le terrain une solution qui n'est pas encore totalement consolidée.

## *Capitalisation: la capacité du projet à profiter des expériences et des relations développées dans d'autres projets*

L'intervention réalisée sur le projet DECIBEL est pleinement intégrée aux autres expériences non seulement d'atténuation mais aussi de suivi et de connaissance du climat acoustique portuaire réalisées par l'AdSP MTS dans d'autres projets Interreg 2014-2020 dans lesquels l'autorité est présente à la fois comme partenaire et comme chef de file.
En effet, dans le cadre du projet MON ACUMEN, dans lequel l'AdSP MTS est présente en tant que chef de file, un réseau de surveillance des conditions acoustiques du port de Livourne a été mis en place, qui est entièrement intégré au réseau de capteurs mis en place grâce au projet DECIBEL. Les capteurs installés, des sonomètres de classe 1, ont été intégrés à un système de surveillance qui permet de contrôler les paramètres surveillés, sur lequel convergent également les informations recueillies par les capteurs de Portoferraio. De cette façon, l'AdSP a la possibilité de surveiller les émissions sonores dans les Ports de Livourne et de Portoferraio à partir de la même plateforme et de pouvoir agir sur deux zones du système portuaire.
Le choix a été fait de surveiller les deux ports en raison des conditions limites qui les caractérisent ; en effet, il s'agit de deux ports très proches des zones urbaines et dans lesquels toute émission de bruit peut directement endommager les zones voisines où se trouvent les riverains.
L'intervention réalisée par l'AdSP MTS dans le cadre du projet MON ACUMEN s'intègre parfaitement au réseau de surveillance mis en place dans le cadre du projet DECIBEL, ce qui permet non seulement de créer un point d'accès unique au réseau de surveillance pour l'ensemble du système (une seule plateforme pour deux ports et non deux plateformes distinctes) mais aussi d'utiliser les connaissances acquises dans le cadre du projet MON ACUMEN. En fait, grâce à ces deux projets, il a été possible de connaître les types de sources sonores et leurs caractéristiques (DECIBEL) et les types de plateformes et d'instruments nécessaires à la surveillance acoustique (MON ACUMEN) et de systématiser les deux expériences distinctes en créant une plateforme unique pour la surveillance acoustique en champ ouvert dans deux ports distincts et hétérogènes.
De plus, il a été possible d'utiliser pour la mise en place du réseau de surveillance une infrastructure technologique créée grâce aux projets MOBIMART et EASYLOG, comme les smart totems. Grâce à ces deux projets, des totems innovants ont été créés pour indiquer les postes d'amarrage, qui accueillent dans leur structure des éléments très technologiques, comme des smart tv, des capteurs pour surveiller les émissions, des DAE, des systèmes d'alerte et tous les équipements de transmission de données. L'installation à l'intérieur des smart totems nous a permis d'avoir un réseau électrique et un réseau LAN pour la transmission des données collectées, sans avoir besoin de créer des systèmes ad hoc, comme des panneaux solaires et une connexion 3G/4G. Les totems innovants sont l'endroit idéal pour une instrumentation de ce type, afin de réunir des fonds et des solutions techniques complémentaires.



Le système de surveillance des véhicules installé dans le port s'intègre à l'activité menée dans le cadre du projet MOBIMART concernant l'installation de compteurs de personnes pour la vérification des flux de passagers conformément aux règlements et directives en matière de COVID-19. Le contrôle du nombre de véhicules et de passagers, qui est possible grâce aux deux systèmes, permet de vérifier d'une part les émissions acoustiques et d'autre part la distanciation sociale et donc d'entrecroiser les données générées par les deux plateformes.

## *Intégration/synergies avec d'autres projets existants dans les sites pilotes*

L'intervention réalisée sur le projet DECIBEL est entièrement intégrée à d'autres interventions d'atténuation réalisées par l'AdSP MTS dans d'autres projets Interreg 2014-2020 dans lesquels l'autorité est présente à la fois comme partenaire et comme chef de file.
Dans le cadre du projet RUMBLE, une intervention a été réalisée dans le port de Portoferraio pour remplacer le revêtement routier par un enrobé phonique le long d'un tronçon routier portuaire adjacent à des bâtiments résidentiels. Cette intervention, réalisée avec des activités spécifiques pour surveiller les conditions de circulation et la qualité sonore du tronçon routier avant et après l'intervention, a permis de réduire le niveau équivalent de plus de 3 dB. Cette intervention fait partie d'un plan d'amélioration des conditions acoustiques en cours de réalisation dans le port de Portoferraio, qui comprend donc non seulement la réduction de l'impact acoustique au niveau du quai, mais aussi la réduction des émissions sonores dues au trafic dans une zone portuaire et dans une zone très urbaine comme celle qui fait l'objet de l'intervention d'enrobé phonique.
Les deux interventions réalisées par l'AdSP MTS dans le port de Portoferraio s'intègrent entre elles en ce qui concerne la réalisation d'un meilleur climat acoustique dans ce port. La conformation actuelle du port, avec les quais d'arrivée des ferries adjacents aux habitations, nécessite la mise en œuvre de mesures visant à réduire les émissions sonores du port, tant en ce qui concerne le bruit généré par le trafic (projet RUMBLE) que le bruit généré par le débarquement/embarquement des véhicules des ferries (projet DECIBEL).
Le contrôle du trafic peut bien sûr aussi être réalisé grâce au système installé sur le quai pour compter le nombre de véhicules qui débarquent/embarquent et ainsi vérifier le nombre de véhicules possibles sur le tronçon routier avec l'enrobé phonique. Dans la phase préliminaire de l'installation de l'enrobé phonique, comme indiqué par ARPA Toscana, une évaluation a été faite de la qualité de l'asphalte existant (ante operam) et des volumes de trafic dans la zone d'intervention. Ces volumes se rapportent à un laps de temps précis (environ 1 semaine) d'une période spécifique (juillet 2019) et ne peuvent pas caractériser totalement le tronçon routier concerné par l'intervention d'asphaltage.
Le système de comptage du trafic et de surveillance des émissions sonores permet de surveiller les zones adjacentes et les éventuels flux routiers, afin de pouvoir évaluer, de manière analytique et statistique, le nombre de véhicules passant sur le tronçon faisant l'objet de l'intervention et d'obtenir des données pour toute l'année.

## *Durabilité: capacité d'autofinancement pour le maintien futur des activités pilotes testées*

Les activités pilotes réalisées dans le cadre de DECIBEL, notamment le réseau de surveillance et le revêtement en caoutchouc le long du quai n°2, seront maintenues actives au cours des prochaines années grâce à des fonds directs de l'AdSP, pour des activités de maintenance ordinaires et extraordinaires à 100%. Le réseau de surveillance fera l'objet d'un contrat de maintenance pour le matériel et le logiciel de tous les systèmes installés, tandis que le quai en caoutchouc sera inclus dans les cycles de maintenance prévus par les directives de l'autorité. Etant donné le haut degré d'innovation et le manque d'informations sur la résistance à ce type d'installation et d'utilisation, ce dernier fera l'objet d'une analyse plus fréquente de la part des responsables et sera surveillé en interne tant sur l'aspect de la résistance que sur le respect des résultats acoustiques attendus.

## *Sensibilisation et implication des citoyens dans la réalisation des objectifs et des résultats des expérimentations*

Les riverains présents dans les zones entourant le port de Portoferraio ont été directement impliqués dans les activités, en recevant des informations directes sur les interventions réalisées. La véritable activité de sensibilisation et d'implication a été réalisée avec les sujets actifs dans le port de Portoferraio, comme les opérateurs des compagnies et tout le personnel travaillant dans le port. Leur participation directe aux activités de relevé a signifié non seulement un soutien considérable dans la réalisation des analyses sur le terrain, mais aussi une confirmation directe des avantages sonores découlant de la construction du quai en caoutchouc.



## *Transférabilité: la reproductibilité de l'expérimentation dans un autre contexte local*

L'intervention réalisée dans le cadre du projet DECIBEL dans le port de Portoferraio se caractérise par deux résultats spécifiques: le réseau de surveillance du niveau de bruit et la réalisation d'un revêtement en caoutchouc sur le quai.

Ces deux interventions sont facilement transférables à d'autres réalités:

- réseau de surveillance acoustique : l'installation de capteurs dans la zone portuaire passe au préalable par une cartographie acoustique du port lui-même, car cette analyse permet aux sujets intéressés de comprendre les types de sources qui affectent le port et le niveau conséquent d'émissions sonores générées par la source individuelle et toutes les informations cognitives et la compréhension du phénomène acoustique portuaire. Par la suite, il est possible d'identifier les bons emplacements, après avoir identifié les sources les plus impactantes, puis de procéder à installer les capteurs dans les zones identifiées. La création d'un réseau de surveillance dans d'autres zones portuaires ne présente pas de problèmes majeurs, grâce aussi aux équipements actuellement disponibles sur le marché, qui permettent de créer un réseau très intelligent de sonomètres, alimentés par de petits panneaux solaires et équipés d'une connexion 3G/4G, qui est désormais à la portée de tous;
- réseau de surveillance des compteurs de trafic: l'installation d'un réseau de surveillance du volume des véhicules débarquant/embarquant des ferries ne pose aucune difficulté technique. L'évaluation préliminaire du Port visait à identifier la meilleure solution technologique par rapport au budget disponible. Une fois le produit identifié, l'installation n'a pas posé de problèmes administratifs, bureaucratiques ou d'autorisation, étant donné que l'intervention a lieu sur des zones appartenant à l'AdSP MTS. Cela souligne donc le haut degré de transférabilité du système à toute réalité, portuaire ou urbaine;
- revêtement en caoutchouc : l'installation d'une partie en caoutchouc du revêtement sur le quai est réalisée par un projet qui prend en compte le type de quai : structure actuelle, type de navire à quai et méthodes de débarquement des véhicules. Une fois que la conception a été réalisée et que le produit correct a été identifié, le processus d'autorisation est effectué auprès des organismes compétents et la conformité aux réglementations en vigueur est assurée. Le travail, qui prend quelques jours sur le chantier, est ensuite réalisé.

Le haut degré de transférabilité est dû à la simplicité des activités, aux produits actuellement sur le marché (capteurs et caoutchouc) et à la rapidité de mise en œuvre une fois que toutes les autorisations nécessaires ont été obtenues.

## *Transférabilité locale: reproductibilité de l'expérimentation dans d'autres quais*

Comme défini ci-dessus, le haut degré d'innovation de la solution en caoutchouc adoptée implique la nécessité d'un suivi et d'un contrôle différents, tant en ce qui concerne les aspects de résistance du matériau que les aspects acoustiques et les aspects de sécurité du revêtement installé. Dans le cas où toutes les zones contrôlées respectent les résultats attendus, mettant ainsi en évidence une résistance élevée aux impacts de la rampe, une réduction acoustique des impacts à moyen-court terme et un respect des caractéristiques d'adhérence prévues par la réglementation, il sera possible de prévoir une éventuelle installation de la solution sur les autres quais du Port de Portoferraio, afin de doter l'ensemble du port d'une infrastructure ad hoc pour la réduction des émissions acoustiques dues aux impacts.

# CHAPITRE 3

# Remarques finales

Les expérimentations réalisées dans le cadre du projet ont dû faire face à des retards et des urgences liés principalement à la Covid, mais malgré les nombreuses criticités rencontrées, les résultats obtenus par Decibel représentent des points de départ intéressants à quatre égards:

- analyse du bruit portuaire dans les ports urbains;

méthodologie de suivi partagée et transfrontalière pour l'identification de solutions ad hoc d'atténuation du bruit;

- suivi continu;
- sensibilisation des parties prenantes à l'impact du bruit sur les travailleurs portuaires et les citoyens, qui sont particulièrement touchés dans le cas des petits ports urbains.

En termes de connaissance des types de bruit acoustique, Decibel a certainement produit des études intéressantes, aidant à surmonter l'assimilation simpliste du bruit portuaire au bruit industriel. Afin de mieux comprendre les sources de bruit dans les ports qui ont fait l'objet de ces expérimentations, des cartes de bruit de l'ensemble des zones d'exploitation ont été réalisées, en commençant par des enquêtes sur les zones pilotes, puis en modélisant la propagation du bruit sur l'ensemble de la zone portuaire. Les analyses réalisées ont permis d'identifier l'état actuel des sources de bruit dans la zone portuaire, leur impact sur le territoire environnant et l'exposition au bruit de la population à proximité directe, afin d'identifier les mesures d'atténuation de la pollution sonore détectée. La connaissance et la caractérisation des sources spécifiques portuaires permettent d'identifier les sujets responsables du bruit dans la zone portuaire, ce qui permet de mieux définir les mesures d'atténuation possibles, à la fois par rapport au type d'intervention (nouveau revêtement, nouveau type de véhicule, barrières acoustiques, etc.) mais aussi en identifiant les spécificités du bruit à réduire (hautes ou basses fréquences, bruit d'impact ou de vibration, etc.).

La valeur ajoutée transfrontalière du projet a sans aucun doute été la préparation et le partage entre tous les partenaires d'une méthodologie de suivi ante et post-operam (décrite au chapitre 1), qui a permis de réaliser un diagnostic ad hoc des principales sources de bruit dans les trois sites expérimentaux et d'identifier les actions d'atténuation conséquentes. Parmi celles-ci, nous pouvons souligner l'utilisation innovante de matériaux, comme dans le cas de Portoferraio (revêtement en caoutchouc sur le quai), ou le choix fait par l'organisme gestionnaire du port de Bastia et Ile Rousse d'utiliser des machines électriques pour la manutention interne du port et de suivre les résultats afin d'orienter les choix futurs pour le remplacement total de son parc de machines.
Aux fins de la reproductibilité des expérimentations, nous tenons à souligner non seulement l'importance de la méthodologie de suivi ante et post-operam présentée, mais aussi la description des criticités rencontrées tant au niveau du suivi que des procédures d'autorisation entreprises.

Un autre point de réflexion important est l'aspect du suivi continu qui, grâce à des synergies efficaces avec d'autres projets Interreg, a permis de mettre en place des systèmes de suivi permanents sur deux sites pilotes (Bastia et Portoferraio).
Le suivi continu d'une vaste zone comme le port, qui est constamment soumise à des changements ou à de nouvelles variables, permet de soutenir les choix décisionnels des administrations ou organismes publics sur la base de données et de séries chronologiques précises.



Le résultat du suivi constant est d'obtenir à partir des données la conformation du climat acoustique du port et une compréhension optimale des zones les plus critiques du port. Il est donc possible d'obtenir une grande quantité de données à partir d'un système de suivi continu et en temps réel qui permet aux responsables d'évaluer les interventions éventuelles ou les problèmes en continu tout au long de la journée et de préparer, au service de la communauté portuaire et urbaine, une planification évaluée objectivement sur le terrain non seulement des ouvrages d'atténuation mais aussi de la planification des activités portuaires.

En outre, l'obtention d'une plateforme de suivi continu et en temps réel qui produit des données validées permet de partager les données collectées avec d'autres autorités locales intéressées (telles que la Région, la Province, la Commune, ARPA, etc.) par ces informations, sans qu'il soit nécessaire de valider davantage les données. Cela crée une rentabilité importante pour les autorités locales, précisément en raison de la possibilité d'obtenir des informations certifiées de haut niveau et d'intérêt plus ample. En outre, le suivi continu, associé aux mesures d'atténuation, est capable de mettre en exergue la façon dont les interventions elles-mêmes réagissent au stress sur une période de moyen à long terme, en garantissant ainsi un contrôle constant des investissements réalisés. Cela garantit également un suivi constant des expérimentations très innovantes afin de planifier les activités de maintenance des infrastructures concernées ou de prévoir d'autres enquêtes d'évaluation.

Enfin, les résultats du projet ont contribué à augmenter la prise de conscience des parties prenantes, directement impliquées dans Decibel, de la nocivité de la pollution sonore sur la santé des travailleurs portuaires, mais aussi de la citoyenneté particulièrement touchée dans le cas des petits ports urbains. Nous espérons bien sûr que cette prise de conscience pourra être étendue à d'autres sujets dans différentes zones portuaires, en clarifiant, grâce à des données de suivi systématique, les responsabilités ou co-responsabilités dans la production des sources de bruit, afin de les atténuer.

Comme on peut le déduire des expériences décrites ci-dessus, il n'y a aucun doute sur la nécessité d'impliquer les compagnies de navigation, qui sont souvent co-responsables des nuisances sonores lors de l'embarquement et du débarquement en raison de leurs engins dépassés, et qui pourraient fortement contribuer à leur amélioration également avec des actions correctives simples et ciblées. Les leviers pour impliquer les armateurs pourraient être à la fois un dialogue constructif et l'octroi de postes d'amarrage.

De toutes les considérations ci-dessus, il semble inévitable d'impliquer les citoyens dans des tables d'échange ouvertes à toutes les parties prenantes intéressées de diverses manières par le problème de la pollution sonore dans les petits ports urbains, en passant de l'implication actuelle uniquement dans la phase de plaintes et de dénonciations à un rôle plus constructif, en devenant de véritables « capteurs » pour détecter et surmonter les problèmes acoustiques sur leur propre territoire. La création de tables permanentes d'échange entre les autorités portuaires, les communes et les représentants des citoyens est donc proposée afin de contribuer ensemble à une amélioration effective du bien-être de leurs communautés locales.

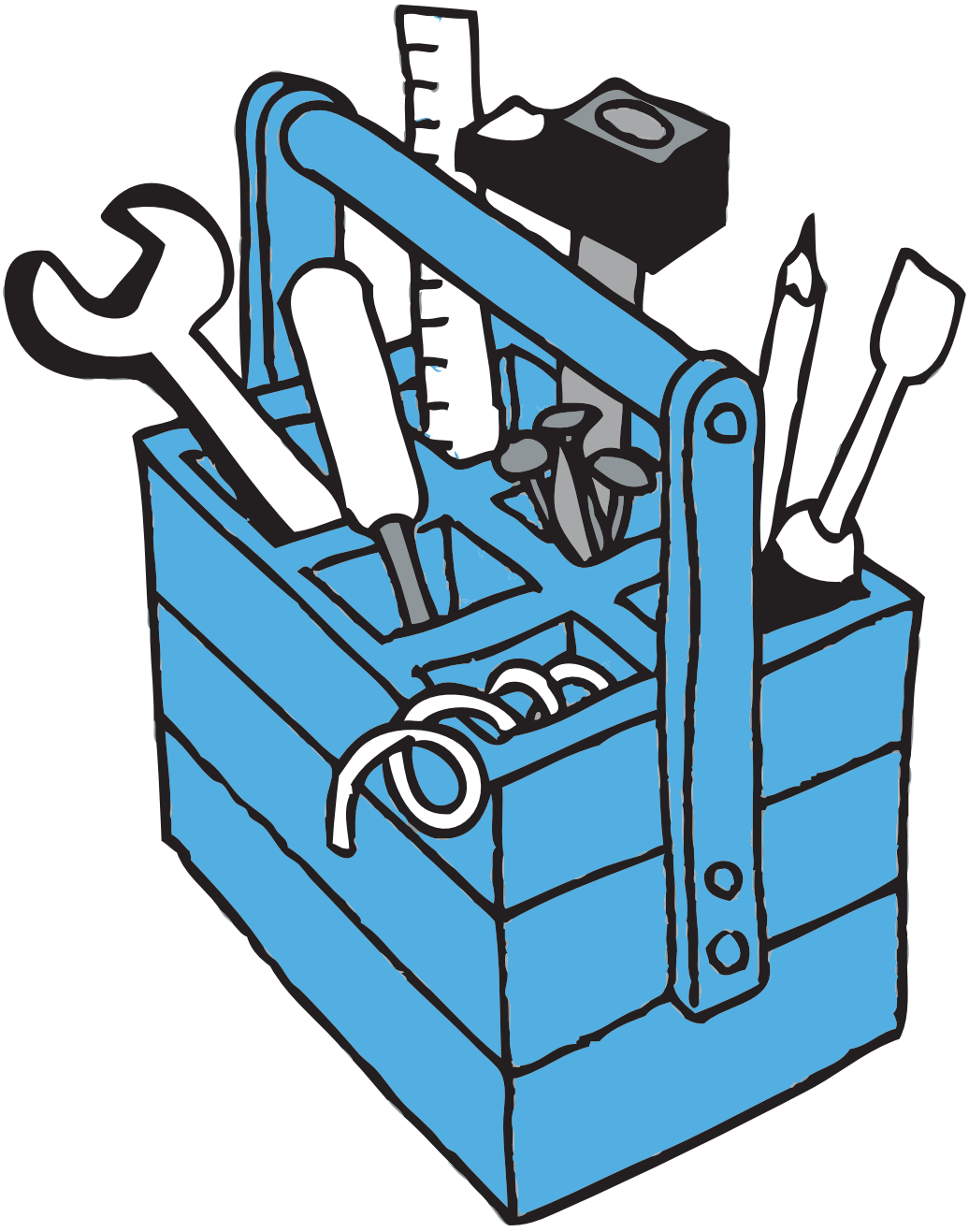
Interreg

UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO–IT FR–MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Decibel



CCI BASTIA HAUTE

Città di Olbia

anci toscana

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

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