

PROGETTO REPORT

“Rumore e Porti”

CUP E48B17001310007

Prodotto T3.4.2

Report sull'implementazione

Componente T3

Attività T3.4

Data di consegna prevista: [da completare]

Data di consegna effettiva: 10/2021

Organizzazione responsabile della componente: **UNIFI**

Livello di diffusione		
PU	Pubblico	X
CO	Confidenziale, solo per i partner	

Numero della documentazione da consegnare:	T3.4.2
Responsabile della documentazione da consegnare:	ARPAT CSTB UNIGE
Componente:	T3 - verifica e validazione dei modelli e degli scenari sviluppati

Autore/i - in ordine alfabetico		
Nome	Organizzazione	E-mail
Matteo Bognese	ARPAT	m.bognese@arpat.toscna.it
Gaetano Licitra	ARPAT	g.licitra@arpat.toscna.it
Julien Maillard	CSTB	julien.maillard@cstb.fr
Corrado Schenone	UNIGE	corrado.schenone@unige.it

Revisione del Documento			
Versione	Data	Modifiche	
		Tipo di modifiche	Modificato da

Sintesi
Report contenente i risultati relativi alla fattibilità e all'individuazione di soluzioni per l'applicazione alle aree portuali del modello CNOSSOS e successive verifiche e validazioni tramite approccio transfrontaliero.

Indice generale

1 Introduzione (UNIGE).....	4
2 Strumento porto (CSTB).....	4
3 Calcolo di LDEN e LNight in area portuale (CSTB).....	4
4 Mappa delle sorgenti dominanti (ARPAT).....	4
5 Conclusioni (UNIGE).....	4

1 Introduzione

La Direttiva Europea 49/2002/CE del 25/06/2002 "Environmental Noise Directive -END" definisce all'Allegato II i metodi computazionali (comuni a tutti gli Stati Membri dell'Unione Europea) per calcolare la propagazione sonora delle diverse tipologie di sorgente. Per quanto concerne il rumore prodotto dall'attività portuale, questo non viene definito in termini specifici; al contrario, è assimilato al rumore di tipo industriale.

All'atto della emissione il metodo computazionale scelto fu il metodo di calcolo ISO 9613-2: «Acoustics - Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2; General method of calculation». Successivamente, nel 2015, la metodica CNOSSOS-EU è diventato il nuovo metodo di calcolo europeo in base a una nuova direttiva della Commissione europea (basata sull'Allegato II rivisto della END). CNOSSOS-EU avrebbe dovuto essere obbligatorio per tutti gli Stati membri dell'UE dopo il 31 dicembre 2018. Ma si sono manifestate una serie di sfide di attuazione che sono state affrontate nel contesto degli sviluppi attuali e potenziali della politica acustica dell'UE e delle prospettive future affinché CNOSSOS-EU possa diventare pienamente operativo negli Stati membri dell'UE.

Un gruppo di lavoro ha iniziato i suoi lavori nel 2018 con l'approvazione della Commissione Europea. Ciò in risposta a ricerche precedenti che hanno chiarito che il metodo di calcolo europeo chiamato CNOSSOS-EU: 2015, contiene ambiguità ed errori. I miglioramenti sono stati definiti e implementati nei tool di calcolo. Per ogni punto in questione, il gruppo di lavoro ha spiegato perché lo hanno considerato un problema e hanno anche preparato un motivo proposto di miglioramento.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0023.pdf>

Possono essere ottenuti dati di rumorosità (dati di ingresso) idonei a questa metodologia mediante le tecniche di rilevamento previste dalla ISO 8297: 1994 «Acoustics - Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment - Engineering method», dalla EN ISO 3744: 1995 «Acoustics - Determination of sound power levels of noise using sound pressure - Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane» o dalla EN ISO 3746: 1995 «Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using an enveloping measurement surface over a reflecting plane».

In generale, la mappatura acustica di una porto, condotta secondo il metodo CNOSSOS-EU in conformità alla Direttiva Europea 49/2002/CE, deve possedere le caratteristiche seguenti.

1. Una mappa acustica strategica è una rappresentazione di dati relativamente a uno dei seguenti aspetti:
 - A) una situazione di rumore esistente, precedente o prevista in funzione di un descrittore acustico;
 - B) il superamento di un valore limite;
 - C) il numero stimato di abitazioni, scuole e ospedali di una determinata zona che risultano esposti a specifici valori di un descrittore acustico;
 - D) il numero stimato delle persone che si trovano in una zona esposta al rumore.
2. Le mappe acustiche strategiche possono essere presentate al pubblico in forma di:
 - A) grafici;
 - B) dati numerici in tabulati;
 - C) dati numerici in formato elettronico.
3. Le mappe acustiche strategiche relative agli agglomerati riguardano in particolar modo il minore emesso:
 - A) dal traffico veicolare;
 - B) dal traffico ferroviario;
 - C) dal traffico aeroportuale;
 - D) dai siti di attività industriale, inclusi i porti.
4. Le mappe acustiche strategiche fungono da base per:
 - A) i dati da trasmettere alla Commissione ai sensi dell'articolo 10, paragrafo 2 e dell'allegato VI;
 - B) l'informazione da trasmettere ai cittadini ai sensi dell'articolo 9;
 - C) i piani d'azione ai sensi dell'articolo 8.Per ciascuno di questi fini è necessario un tipo di mappa acustica strategica distinta.
5. I requisiti minimi per le mappe acustiche strategiche relative ai dati da trasmettere alla Commissione figurano nell'allegato VI, punti 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 e 2.7.
6. Per l'informazione ai cittadini ai sensi dell'articolo 9 e per l'elaborazione di piani d'azione ai sensi dell'articolo 8 sono necessarie informazioni supplementari e più particolareggiate, come:
 - A) una rappresentazione grafica;

- B) mappe che visualizzano i superamenti dei valori limite;
- C) mappe di confronto, in cui la situazione esistente è confrontata a svariate possibili situazioni future;
- D) mappe che visualizzano il valore di un descrittore acustico a un'altezza diversa da 4 m, ove opportuno.

Gli Stati membri possono decidere il tipo e il formato delle mappe acustiche.

7. Le mappe acustiche strategiche ad uso locale o nazionale devono essere tracciate utilizzando un'altezza di misurazione di 4 m e intervalli di livelli di L_{DEN} e L_{night} di 5 dB come definito nell'allegato VI.
8. Per gli agglomerati devono essere tracciate mappe acustiche strategiche distinte per il rumore del traffico veicolare, ferroviario, aereo e dell'attività industriale. Possono essere aggiunte mappe relative ad altre sorgenti di rumore.

Per quanto riguarda le fasi di attività, nello sviluppo della mappatura acustica, si può procedere secondo il seguente schema:

- acquisizione cartografia e delle caratteristiche significative dell'area;
- importazione, correzione e aggiunta delle informazioni mancanti;
- scelta dei parametri di calcolo ed effettuazione delle simulazioni;
- calibrazione del modello utilizzando i flussi di traffico elaborati;
- simulazione della situazione acustica;
- analisi dei risultati ottenuti:
 - editing sotto forma di output grafico;
 - facilitare la condivisione dei risultati rendendoli di più immediata comprensione;
 - compartecipazione della popolazione esposta.

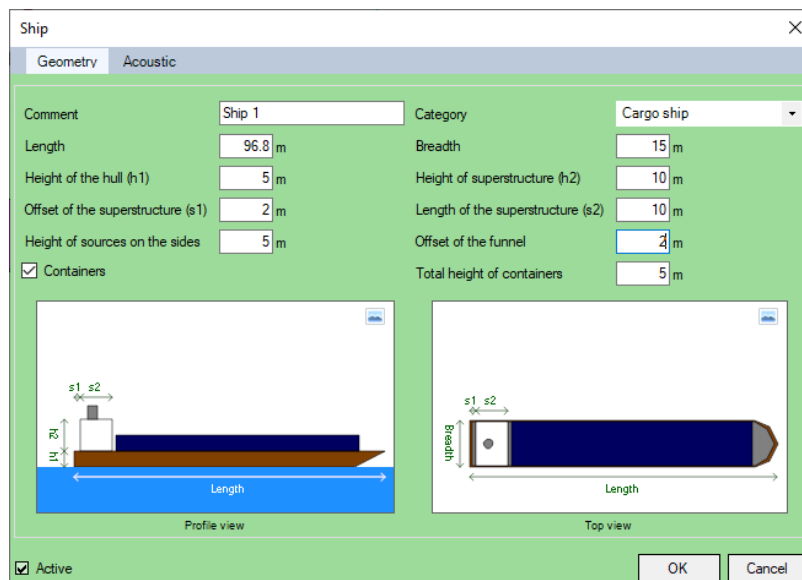
2 Strumento di modellizzazione delle sorgenti portuali

Lo strumento di modellazione delle sorgenti portuali proposto dal CSTB e implementato nel software MithraSIG è basato su un modello di simulazione acustica specifico per le aree portuali. Questo modello di simulazione utilizza metodi ingegneristici standardizzati per i calcoli di propagazione (ad esempio ISO9613-2, NMPB2008, Harmonoise, Cnossos-EU) ma introduce una nuova tecnica per modellare i particolari oggetti e sorgenti di rumore che si possono trovare nei porti.

L'analisi delle funzionalità esistenti all'interno di software per la mappatura del rumore ambientale e la valutazione dell'impatto acustico come MithraSIG, ha evidenziato la difficoltà nel modellare facilmente l'emissione acustica delle navi nei porti. A causa delle loro dimensioni, le navi non possono essere trattate come una sorgente puntiforme fittizia, come nel caso dei veicoli stradali o degli aerei, ed è necessaria una modellazione geometrica più dettagliata per tener conto correttamente degli effetti di riflessione e diffrazione sulla propagazione del rumore.

Il nuovo modulo MithraSIG per le sorgenti portuali permette all'utente di modellare rapidamente la geometria di una nave e di posizionare le principali sorgenti di rumore che rappresentano l'emissione acustica della nave. L'utente seleziona un tipo di nave e poi inserisce le sue principali dimensioni caratteristiche. In una seconda fase, le sorgenti le cui posizioni sono predefinite per il tipo di nave selezionato sono caratterizzate associando le proprietà di emissione a ciascuna sorgente sotto forma di uno spettro di potenza acustica e di direttività. Queste proprietà sono inserite manualmente o selezionate dal database di origine del software. Nel caso di input manuale, i valori sono generalmente derivati da una caratterizzazione sperimentale basata su misure effettuate in situ.

A titolo illustrativo, la Figura 1, mostra l'interfaccia di input per la specifica della geometria di una nave container.



The screenshot shows a software window titled 'Ship' with two tabs: 'Geometry' (selected) and 'Acoustic'. The 'Geometry' tab contains the following input fields:

- Comment: Ship 1
- Category: Cargo ship
- Length: 96.8 m
- Breadth: 15 m
- Height of the hull (h1): 5 m
- Height of superstructure (h2): 10 m
- Offset of the superstructure (s1): 2 m
- Length of the superstructure (s2): 10 m
- Height of sources on the sides: 5 m
- Offset of the funnel: 4 m
- Total height of containers: 5 m
- Containers

Below the input fields are two diagrams: 'Profile view' and 'Top view'. The 'Profile view' shows a side view of the ship with dimensions h1, h2, s1, s2, and Length. The 'Top view' shows a top-down view of the ship with dimensions Breadth and Length. At the bottom of the window, there is an 'Active' checkbox (checked), and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura 1: Specifiche geometriche di una nave portacontainers.

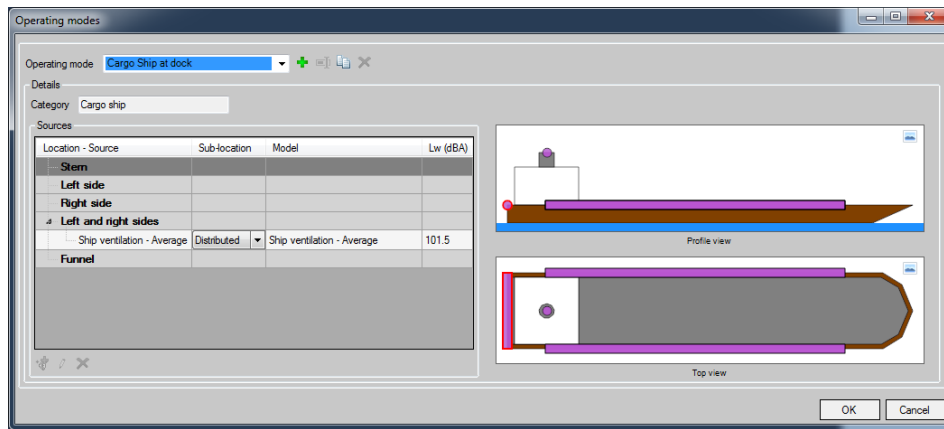


Figura 2: Specifiche acustiche di una nave portacontainers.

La modellazione acustica delle attività portuali dovrebbe prendere in considerazione le diverse modalità operative come

- l'entrata e l'uscita delle navi in porto, comprese le manovre di attracco;
- lo stazionamento nella nave al molo;
- le operazioni di carico e scarico.

In particolare, vengono considerate le sorgenti di rumore di una nave all'ormeggio, sia in fase di semplice stazionamento che nella fase di carico/scarico. Poiché lo stazionamento all'ormeggio può durare diverse ore o addirittura giorni, si genera un'esposizione al rumore quasi costante, che provoca un disagio prolungato, soprattutto per i porti che si trovano nei pressi o all'interno di aree urbane.

Lo strumento permette anche il trattamento di altre attività portuali rumorose, in particolare quelle legate alla movimentazione dei carichi. Questo tipo di sorgente viene modellizzato come una sorgente di rumore di tipo industriale (come definito nella direttiva europea). Il problema della modellizzazione e della gestione di tali attività è stato studiato in dettaglio in diversi progetti europei, come IMAGINE e NoMePorts.

Nella sua versione attuale, MithraSIG integra un modulo corrispondente a queste esigenze e che permette in particolare di modellare le sorgenti di rumore industriale sulla base dei dati di due banche dati integrate nel software:

- Il database IMAGINE;
- Il database interno del software, contenente le sorgenti aggiunte dal CSTB e da GEOMOD.

Infine, il database interno del software è stato arricchito per integrare i modelli risultanti dalle misure effettuate dal CSTB nel quadro del progetto DECIBEL.

D'altra parte, va sottolineato come le condizioni meteorologiche in prossimità del mare possono essere significativamente diverse da quelle che si incontrano sulla terraferma. In particolare, le condizioni sono spesso caratterizzate da venti dominanti, che creano condizioni di propagazione favorevoli dal porto su determinate aree urbane. In queste condizioni, l'uso di valori meteorologici predefiniti può portare a sottostime significative del livello di esposizione e delle popolazioni esposte al rumore.

Una metodologia specifica per prendere in considerazione questi fenomeni è stata proposta all'interno del progetto Decibel. In tal modo, le rose di occorrenza delle condizioni di propagazione favorevoli sono state determinate dai dati meteorologici locali in formato METAR.

Per i porti marittimi, e in particolare quando si valuta il disturbo acustico creato da attività specifiche e/o intermittenti, che si verificano in determinati periodi dell'anno o ore del giorno, si dovrebbe tener conto di:

- effetti stagionali, per esempio il traffico generato dal turismo in estate;
- variazioni stagionali dei venti prevalenti;
- effetti termici giorno/notte, alba/tramonto, ad esempio per la valutazione del rumore dei traghetti che servono i porti a orari fissi.

Per tenere conto di tali specificità dei porti, è stato aggiunto in MithraSIG un nuovo tipo di slicing periodico: lo slicing periodico non orario.

Questo tipo di ripartizione periodica permette di definire diversi periodi che possono corrispondere a configurazioni indipendenti della giornata, per esempio:

- Periodo "Estate", periodo "Inverno";
- Periodo "Peak", periodo "Off-peak";

- Periodo di "carico", periodo di "attracco", periodo di "scarico";
- Ecc.

3 Calcolo di L_{DEN} e L_{Night} in area portuale

Gli strumenti di modellizzazione introdotti nello strumento MithraSIG, come riassunto nella sezione precedente, facilitano il calcolo dei livelli di esposizione al rumore in configurazioni specifiche.

Tale modellizzazione è adatta per valutare l'esposizione al rumore associato a una particolare configurazione, per esempio quando si indagano le lamentele occasionali o ricorrenti dei residenti locali. Permette anche di valutare i migliori interventi di riduzione del rumore causa delle lamentele. Quando si calcola una tale configurazione, si può assumere che la geometria della configurazione rimanga invariata nel tempo, poiché l'attenzione principale è sul rumore generato durante il periodo in cui una particolare nave è in banchina, allo stesso tempo le varie fasi di scarico e carico possono essere modellate in dettaglio. Prendendo in considerazione gli orari di arrivo e di partenza dei traghetti, il disturbo acustico causato una determinata ora del giorno può essere valutato più accuratamente. Per esempio, uno sbarco che inizia prima delle 7 del mattino o un imbarco che termina dopo le 19 sarà una fonte di maggior fastidio rispetto a quando la stessa attività ha luogo a metà giornata.

Tuttavia, per valutare gli effetti del rumore sulla salute, la direttiva europea raccomanda l'uso degli indicatori L_{DEN} ("level day evening night") e L_{night} ("level night"), valutati come valori medi su un anno rappresentativo.

Va fatto notare che le attività portuali sono, in questo senso, molto diverse dalle altre fonti di rumore coperte dalla direttiva. Il traffico stradale, ferroviario e aereo, così come la maggior parte degli impianti industriali, sono caratterizzati da un rumore più o meno stabile nel tempo nei periodi "giorno", "sera" e "notte", anche se variazioni dell'ordine di 3 a 6 dB possono verificarsi a causa della modulazione del traffico con l'ora del giorno, il giorno della settimana o le variazioni delle condizioni meteorologiche.

Inoltre, la posizione di queste sorgenti di rumore varia poco o per nulla nel tempo. L'approccio metodologico compatibile con i requisiti della direttiva è quello di considerare un giorno rappresentativo di 24 ore e di utilizzare come dati di input i valori medi giornalieri di flusso e velocità. Allo stesso modo, la propagazione del suono è modellizzata utilizzando condizioni meteorologiche medie annuali o, nel migliore dei casi, medie stagionali. I livelli sonori orari sono poi combinati con ponderazioni appropriate per ottenere un valore L_{DEN} rappresentativo per l'intero anno. Allo stesso modo, la valutazione sperimentale dei descrittori a lungo termine per le fonti di rumore coperte dalla direttiva europea si basa, in linea di principio, su misurazioni a campione durante alcune ore o giorni, eventualmente con correzioni per il traffico osservato durante le misurazioni.

Nei porti, la situazione è molto diversa. Le navi arrivano con un ritmo più o meno regolare, giornaliero (traghetti), mensile, annuale, ecc. e restano in porto per il tempo necessario al trasbordo di passeggeri e merci (da qualche ora per i traghetti a diversi giorni per le navi da carico) prima di partire per traversate più o meno lunghe.

Si dovrebbe cercare un approccio pragmatico per tenere conto dell'effettivo funzionamento dei porti e della variabilità temporale dei livelli di esposizione nel calcolo della loro media annuale.

A tal fine, bisogna distinguere due modalità operative specifiche: da un lato, l'operatività legata al traffico giornaliero regolare come quello generato dai traghetti (con uno o più passaggi al giorno e una presenza in banchina dell'ordine di qualche ora); dall'altro, l'operatività dei grandi porti commerciali che ricevono navi a lunga percorrenza (con diversi passaggi all'anno e una presenza in banchina di diversi giorni). Entrambe le modalità di funzionamento devono essere simulate ai fini del calcolo dei livelli di esposizione medi annuali.

Nelle versioni precedenti di MithraSIG (5.4), non è possibile indicare che una nave è assente dal porto durante determinate ore del giorno. Se la nave è presente nel modello, è presente per tutte le ore del giorno. Anche se è possibile disattivare le sorgenti della nave per un determinato periodo, la nave si comporterà comunque come un ostacolo alla propagazione del rumore per quel periodo.

La versione 5.5 del software implementa una funzionalità per calcolare un indice L_{DEN} a partire da calcoli differenti. Il principio generale si basa sull'uso di varianti. Ogni variante è associata a una configurazione del porto per la quale viene calcolato un livello di esposizione L_{Aeq} . Il livello L_{DEN} si ottiene poi combinando i calcoli delle diverse varianti. In particolare, il software calcola la somma ponderata dei singoli L_{Aeq} . Il fattore di ponderazione si ottiene dal numero di ore del giorno durante le quali la configurazione è efficace e la penalità corrispondente al periodo del giorno associato (0 dB durante il giorno, 5 dB la sera, 10 dB la notte). Si noti che i calcoli combinati devono necessariamente utilizzare gli stessi ricettori.

Un esempio di calcolo che utilizza questa nuova funzionalità è esposto di seguito.

Una nave è presente nel porto dalle 7 alle 18.

Vengono quindi create due varianti:

- Una variante con la nave nel porto;
- Una variante senza la nave.

Vengono quindi calcolati due L_{Aeq} :

- Un L_{Aeq} con la nave nel porto: L_{AeqNav} ;
- Un L_{Aeq} senza la nave: $L_{AeqNoNav}$.

Infine, il livello L_{DEN} viene calcolato utilizzando la nuova funzionalità di somma ponderata:

$$L_{den} = 10 \log \left(\frac{11}{24} * \frac{10^{L_{AeqNav}}}{10} + \frac{1}{24} * \frac{10^{L_{AeqNoNav}}}{10} + \frac{4}{24} * \frac{10^{L_{AeqNoNav+5}}}{10} + \frac{8}{24} * \frac{10^{L_{AeqNoNav+10}}}{10} \right)$$

Questa funzionalità è disponibile quando si creano etichette e transazioni tra le schede, come mostrato nella Figura 3 e Figura 4.

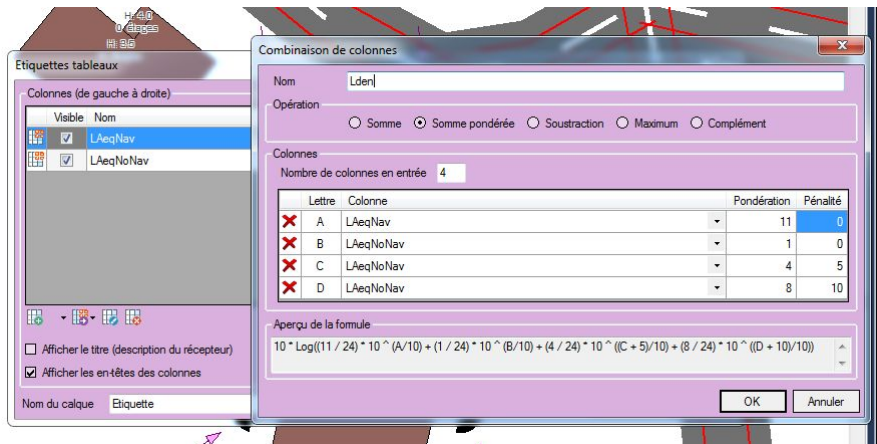


Figura 3: Calcolo del livello L_{DEN} con l'utilizzo delle etichette.

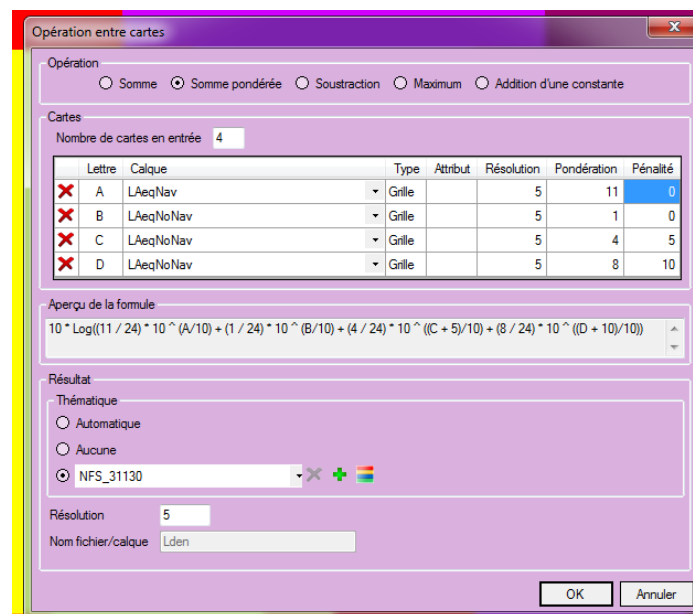


Figura 4: Calcolo del livello L_{DEN} utilizzando le operazioni tra le schede.

Si noti che questa nuova funzione di calcolo della somma ponderata permette il calcolo di un livello medio di L_{Aeq} di un anno. Per ogni giorno dell'anno caratterizzato da una configurazione peculiare verrà creata una variante, e la somma ponderata del L_{Aeq} di ogni variante giornaliera sarà calcolata ponderando il numero di giorni dell'anno in cui la variante è efficace. La somma dei pesi dovrebbe pertanto essere pari a 365.

4 Mappa delle sorgenti dominanti

Descrizione delle mappe delle sorgenti predominanti con enfasi sui vantaggi in interpretabilità dei risultati e efficacia comunicativa per una migliore comunicazione ai cittadini e una più immediata identificazione delle criticità ai fini del risanamento acustico.

All'interno del cluster acustico, in particolare nel corso del progetto MON ACUMEN è stata sviluppata una nuova tipologia di mappa del rumore denominata Mappa delle Sorgenti Predominanti.

Questa viene realizzata sulla base delle mappe delle singole sorgenti presenti nell'area portuale. In ciascun punto della griglia di calcolo viene calcolato il livello per ogni sorgente e se esiste una sorgente il cui livello, per analogia con quanto indicato nella UNI 10855: 1999, è maggiore della somma di quella di tutte le altre, al punto viene associato un simbolo specifico:

- triangolo per la sorgente navale;
- quadrato per la sorgente del porto;
- croce per molla industriale;
- cerchio per la sorgente Stradale;
- rombo per la sorgente ferroviaria.

L'interno del simbolo viene quindi colorato sulla base del livello totale di rumore presente secondo la scala cromatica definita dalla normativa europea. Se non esiste una sorgente, il cui livello è superiore alla somma di quello di tutte le altre, al punto viene associato un cerchio bianco.

Lo scopo di tali mappe è quello di evidenziare zone in cui uno dei gruppi di sorgenti prevale sugli altri.

Per realizzare tali mappe e quindi distinguere i diversi contributi al rumore ambientale nell'area portuale è necessario effettuare mappe specifiche per le diverse sorgenti presenti. I criteri alla base della suddivisione delle sorgenti e del raggruppamento di queste in specifici gruppi all'interno del modello di calcolo sono stati definiti in documenti (anche supplementari) realizzati dal partner ARPAT all'interno del documento MON ACUMEN. In particolare per una più dettagliata descrizione si fa riferimento ai Prodotti T2.2.1, T2.3.3 e T3.3.4. I risultati vengono invece presentati nel Prodotto T2.3.2. In Figura 5 viene riportata a titolo di esempio una mappa delle sorgenti predominanti del porto di Cagliari.



Figura 5: Cagliari, Mappa delle sorgenti predominanti relativa all'indicatore L_{night} .

La mappa, qui applicata nel contesto portuale può rivelarsi un importante strumento anche in altri contesti, come ad esempio nel caso di mappatura strategica degli agglomerati urbani. Questi, come il porto, vedono insistere nello stesso territorio numerose sorgenti di rumore, tra cui strade, ferrovie, industrie, aeroporti, nonché lo stesso porto. L'utilizzo della mappa delle sorgenti predominanti nella rappresentazione dei risultati della mappatura acustica di un agglomerato urbano consentirebbe la rapida identificazione delle aree maggiormente soggette all'influsso di specifiche sorgenti, facilitando l'analisi dei risultati e l'opera di comunicazione di questi alla popolazioni. Piuttosto che la consultazione delle singole mappe relative alle diverse sorgenti, la visione in un'unica

figura di tutte le sorgenti in gioco avvantaggia notevolmente la comprensione del cittadino, nonché del personale tecnico specializzato, il quale in un secondo momento può avvalersi delle mappe singole per considerazioni e analisi più approfondite.

La mappa delle sorgenti predominanti, applicata in contesto portuale come in contesto cittadino, o in qualsivoglia scenario in cui si verifichi la necessità di comparare l'impatto di diverse sorgenti, permette una più rapida e immediata individuazione delle criticità al fine del risanamento acustico.

Infine, la mappa permette di individuare aree in cui poter effettuare un monitoraggio acustico, anche a lungo termine, di specifiche sorgenti di rumore al fine di tener traccia della loro evoluzione nel tempo.

5 Conclusioni

Ai fini della modellizzazione del rumore portuale, pur non prevedendo una specifica metodica per i porti, lo standard Cnossos-EU introduce algoritmi e criteri per le sorgenti e la propagazione del suono che possono essere efficacemente applicati all'ambito portuale. All'interno delle attività del progetto Report si è quindi implementato un modulo per la modellizzazione che rumore proveniente dai porti che utilizza per l'appunto Cnossos-EU, rappresentando a conoscenza dei partner il primo tentativo realizzato in tale senso.

Tra le altre cose si è definita la nave come sorgente sonora specifica, introducendo nel software una banca dati capace di rappresentare diverse tipologie di imbarcazioni. La nave, definita in tale modo come sorgente acustica, può essere caratterizzata in termini sia dimensionali, sia di caratteristiche sonore. Si sono quindi introdotte nel software altre categorie di sorgenti di rumore tipiche dell'ambito portuale, quali gru di diversa natura, cantieri navali, dispositivi per la movimentazione delle merci. Naturalmente si sono utilizzati i preesistenti modelli specifici per tenere conto delle sorgenti stradali e ferroviarie presenti all'interno del porto.

Un elemento significativo sul quale si è lavorato è la determinazione degli indici di valutazione del rumore introdotti dalla direttiva Europea End, Lden e Lnight. Tali indici richiedono infatti una pesatura dei livelli sonori basata sulla distribuzione temporale degli stessi; in altri termini si applicano delle penalizzazioni per i livelli sonori pertinenti il periodo serale (dalle ore 19 alle ore 22) e il periodo notturno (dalle ore 22 alle ore 6). Ciò implica l'attribuzione dei livelli sonori a una specifica fascia oraria. Dal punto di vista della modellizzazione del rumore portuale si è dovuta definire una precisa scansione temporale degli eventi, quali ad esempio la partenza o l'arrivo delle navi oppure il loro stazionamento in panchina. Mediante una tecnica introdotta a tale scopo, il modello sviluppato ha combinato gli algoritmi propri del metodo Cnossos, con una gestione degli eventi scansionata temporalmente in modo da rendere possibile il calcolo degli indicatori di rumore LDEN e Lnight.

Si è quindi proceduto a verificare la funzionalità del modulo numerico dedicato alla caratterizzazione acustica dei porti mediante l'implementazione di mappe acustiche. Capitalizzando la collaborazione con altri progetti del "Cluster rumore" del programma INTERREG IT-FR Marittimo, si è in particolare analizzata la situazione riguardante le sorgenti predominanti. L'attività condotta ha confermato l'efficacia dello standard Cnossos-EU ai fini della mappatura acustica portuale, nonché l'operatività del modulo numerico specificamente implementato. Ciò rappresenta un netto passo in avanti rispetto allo stato dell'arte all'inizio del progetto, passo in avanti che è un risultato significativo delle attività condotte all'interno del progetto Report.

Dovendo valutare complessivamente i risultati di Report, in particolare per quel che riguarda la realizzazione di un modello numerico specifico per i porti che tenga conto dei più recenti sviluppi normativi in ambito europeo, non si può che concludere in termini positivi. Il risultato raggiunto è quanto mai soddisfacente, sia in termini qualitativi, sia per le ricadute operative e pratiche che possono seguire. Si è infatti messo a punto uno strumento che permette a tutti gli stakeholder portuali, e in particolare alle Autorità Portuali, agli Enti Territoriali e agli Enti di controllo, di procedere all'analisi dell'impatto acustico dei porti in termini quantitativi con una accuratezza e una precisione fino ad ora impossibili.