

Indagine acustica della rumorosità portuale su alcune zone abitate di Genova

Conte A., Balzano M., Barbieri E., Stragapede F.

Provincia di Genova, L.go Cattanei 3, 16147 Genova, ufficio.rumore@provincia.genova.it

INTRODUZIONE

Il porto di Genova è, notoriamente, uno dei principali porti del Mediterraneo e si sviluppa lungo la costa antistante gran parte dell'abitato della città di Genova. Il porto genovese è una realtà complessa, che comprende numerose infrastrutture fra cui Terminal per container (i Terminal container sono diversi ed ubicati in varie zone), per rinfuse, per traghetti e traffico passeggeri, un Porto Petroli, zone di cantiere e manutenzione navale, etc..

Fra le infrastrutture portuali e la parte residenziale della città si verifica per larghi tratti l'interposizione di insediamenti edilizi e industriali, viabilità e ferrovia: nel loro insieme queste strutture possono costituire sia sorgenti sonore ulteriori sia, in determinate condizioni morfologiche del territorio, possibili ostacoli alla propagazione sonora delle emissioni originate in area portuale.

Pertanto, le zone abitate in cui le immissioni sonore "portuali" risultano più sensibili corrispondono in genere alle aree urbane prossime a zone portuali con attività rumorose, in assenza di strutture schermanti interposte e con impatto acustico limitato da altre sorgenti (in primo luogo il traffico). La rumorosità di origine portuale, inoltre, risulta nella maggior parte dei casi maggiormente avvertibile nelle ore notturne, quando il flusso veicolare urbano si riduce a valori inferiori a quelli verificabili in orario diurno.

La Provincia di Genova nel corso del tempo ha effettuato alcune campagne di monitoraggio del rumore portuale, in un primo tempo in maniera episodica (Moro et al., 1999) e quindi dal 2008 in modo sistematico: nel 2008 – 2011 è stata monitorata una zona prospiciente il Porto Petroli; nel 2009 sono state effettuate rilevazioni preliminari in prossimità del Terminal Traghetti e nel biennio 2010 - 2011 è stata realizzata una campagna di misura nell'area affacciata sul Terminal container ubicato nel ponente cittadino (Conte, 2010; Conte et al. 2010, 2011).

È il caso di osservare, infine, che dal punto di vista normativo, per il caso del rumore di origine portuale vige la seguente situazione:

- il quadro non è definito essendo ancora in attesa di emanazione il decreto previsto dalla Legge Quadro n.447/1995 (art. 3 comma 1 lettera l) relativo alla determinazione *"dei criteri di misurazione del rumore emesso da imbarcazioni di qualsiasi natura e della relativa disciplina per il contenimento dell'inquinamento acustico"*;
- l'unico termine di riferimento è al momento costituito dai valori limite (per l'ambiente esterno) introdotti con la classificazione acustica comunale, peraltro di dubbia applicabilità permanendo l'indeterminatezza relativamente alla disciplina del rumore portuale;
- per quanto riguarda il disturbo all'interno degli ambienti abitativi, il d.P.C.M. 14.11.1997 (art. 4 comma 3) esclude le infrastrutture marittime dall'applicazione del criterio differenziale.

METODOLOGIA

LE ZONE MONITORATE

Le aree monitorate oggetto del presente studio sono le seguenti (identificate con i nomi dei quartieri abitati oggetto di misure), presentate in ordine geografico da ponente verso levante:

A) Area Pegli – Prà: fascia costiera nel ponente cittadino, prospiciente il Terminal container "VTE", e facente capo a due quartieri (Pegli e Prà), con zone abitate anche in posizione collinare; fra le principali sorgenti di immissioni sonore "portuali" sull'abitato sono risultati i motori e/o i gruppi elettrogeni delle navi all'ormeggio (soprattutto per la zona collinare a levante) e la movimentazione dei container (tonfi, camion, cicaline delle gru, treni; soprattutto per la fascia costiera a ponente).

La rumorosità complessiva, inoltre, risente anche: nella zona collinare di un rumore diffuso d'area ed eventi episodici locali (sia antropici sia naturali), nella fascia costiera è rilevante

anche il rumore del traffico; in tutta l'area indagata è inoltre avvertibile il sorvolo degli aerei che atterrano o decollano nel vicino aeroporto.

La campagna di misura ha interessato 3 siti distinti con monitoraggio in continuo plurigiornaliero e 10 siti di misura su tempo breve (in alcuni casi con misure ripetute in giorni e orari diversi).

- B) Area Multedo: ubicata nel ponente cittadino, è contigua alla infrastruttura del Porto Petroli; fra le principali sorgenti di immissioni sonore sull'abitato, dovute alla presenza del porto, si sono rivelati gli impianti di pompaggio e i motori e/o gruppi elettrogeni delle navi all'ormeggio.

L'abitato, inoltre, è interessato dalle immissioni acustiche stradali, ferroviarie e aeroportuali.

La campagna di misura ha interessato 1 sito con monitoraggio in continuo plurisettimanale e 6 siti di misura su tempo breve (in alcuni casi con misure ripetute in giorni e orari diversi).

- C) Area Dinegro: prossima al centro cittadino, è contigua al Terminal Traghetti; le principali immissioni sonore connesse al Terminal sono date dai motori delle navi all'ormeggio.

L'area è interessata anche da ulteriori sorgenti sonore diverse dalle navi all'ormeggio nel Terminal Traghetti: oltre al traffico pesante, indotto dal complesso delle infrastrutture portuali in loco e a numerose attività, anche di tipo industriale, svolte in ambito portuale, la zona abitata risente in modo fondamentale delle immissioni acustiche veicolari provenienti dalla viabilità urbana e dalla linea ferroviaria Genova – Ventimiglia.

La campagna ha interessato 3 siti di misura su tempo breve.

LE MISURE

Le campagne di misura nelle zone Pegli – Prà e Multedo si sono articolate secondo lo schema di uno o più monitoraggi plurigiornalieri in continuo, in altrettanti siti, corredati da rilievi su tempo breve effettuati sia negli stessi siti dei monitoraggi in continuo sia in altri siti nella zona studiata. In alcuni siti di misura su tempo breve i rilievi sono stati effettuati in più giorni e in diverse fasce orarie, diurne e notturne.

I monitoraggi in continuo plurigiornalieri hanno consentito di evidenziare sia discontinuità sia eventuali ripetitività e/o periodicità delle immissioni acustiche; le misure su tempo breve hanno fornito indicazioni sulla rumorosità a livello microtemporale (evoluzione temporale di L_{eq} su tempi pari o inferiori a 1 s) in diversi orari e con diverse configurazioni di navi all'ormeggio. Le misure su tempo breve, inoltre, sono state utili per costruire una legenda utile a decodificare i risultati del monitoraggio plurigiornaliero.

Per le zone dove le sorgenti sonore portuali preponderanti si sono rivelati gli impianti delle navi ormeggiate o altri impianti ad esse connessi, il fenomeno sonoro è schematizzabile concettualmente per mezzo di sorgenti continue (e, in genere, tracciabili in termini di bande di frequenza principalmente interessate dalle emissioni) sul medio - breve periodo (cioè il numero di giorni durante i quali determinate navi sono ormeggiate) ed aleatorie e discontinue sul lungo periodo (le settimane in cui cambiano numero e tipo di navi presenti).

Nel caso dell'area Pegli – Prà il monitoraggio plurigiornaliero ha riguardato i livelli L_{eq} e L_n orari a banda larga ponderati A e si è svolto in tre siti distinti ai due capi dell'area di studio: il sito R1, in posizione collinare nel quartiere di Pegli (periodo di monitoraggio: 13.12.2010÷21.12.2010) e i siti R5 e R6, in prossimità della costa e nel quartiere di Palmaro (con monitoraggi in parallelo nel periodo 16.09.2011÷27.09.2011).

Nel caso di Multedo, inoltre, il monitoraggio in continuo, di durata plurisettimanale (20.02.2008 ÷ 14.05.2008), è stato eseguito in un solo sito in posizione collinare e ha comportato l'acquisizione parallela sia dei livelli L_{eq} e L_n orari a banda larga ponderati A, sia dei multispettri di L_{eq} e L_n orari in banda 1/3 di ottava e ponderazione lineare.

Nel caso della zona Dinegro, infine, l'indagine è a livello preliminare e ha comportato esclusivamente la realizzazione di alcune misure su tempo breve (2009).

Per meglio indagare le caratteristiche spettrali dei fenomeni sonori studiati, tutte le misure su tempo breve hanno compreso misure di multispettro in bande di 1/3 di ottava e ponderazione lineare; più in dettaglio, le misure su tempo breve (da circa 5 min a circa 60 min complessivi) hanno avuto per oggetto le seguenti grandezze: L_{eq} su 0,125 s oppure 1 s a banda larga ponderato A e multispettro di L_{eq} su 1 s in bande 1/3 di ottava non ponderato (in zona Multedo nel periodo 2008 ÷ 2011, in zona Pegli – Prà nel periodo 2010 ÷ 2011 e in zona Dinegro nel 2009).

L'utilità delle misure di multispettro, ad integrazione dei monitoraggi tradizionali a banda larga, consiste nella possibilità di effettuare una analisi approfondita in banda di frequenza; d'altra parte le misure di multispettro comportano anche un maggiore onere di elaborazione dei dati rilevati, perciò risultano effettivamente utili soprattutto quando il clima sonoro ha una natura complessa (Cerniglia, 1998): è questo il caso delle aree oggetto del presente studio, che vedono la compresenza di diverse sorgenti con ampi periodi di contemporaneità (traffico, eventi antropici, porto, rumorosità di fondo proveniente dal complesso urbano circostante il sito di misura).

L'ELABORAZIONE DEI DATI

Le misure su tempo breve, in diverse aree e all'interno delle aree in siti distinti e tempi diversi, hanno evidenziato che l'effetto principale delle immissioni portuali derivanti dalle navi all'ormeggio è avvertibile come alterazione della rumorosità di fondo e che, in questi termini, alcune bande di frequenza risultano più significative di altre.

A partire dai valori di Leq orario monitorati in continuo (banda larga e ponderazione A), sono stati calcolati i livelli diurno (LeqD, ore 6÷22) e notturno (LeqN, ore 22÷6) "energeticamente medi" (media logaritmica) per i tre giorni tipo feriale, sabato e domenica.

L'elaborazione dei livelli Leq orari misurati in continuo ha riguardato i valori misurati in tutti i 4 siti di monitoraggio in continuo (3 in area Pegli – Prà e 1 in area Multedo), nel caso di Multedo, inoltre, la disponibilità di un monitoraggio plurisettimanale di multispettri di Leq e Ln, ha consentito un'ulteriore analisi dei dati monitorati in continuo.

Questa analisi si è focalizzata sullo studio della rumorosità di fondo, concentrando l'attenzione sui livelli percentili L99 di banda e separando i livelli corrispondenti a periodi con una o più navi ormeggiate e quelli riferiti a periodi senza navi, per le sole ore notturne (nella fascia 0 ÷ 6, più ristretta del periodo notturno da normativa, per escludere fenomeni sonori rilevanti non portuali ricorrenti fra le 22 e le 24).

L'obiettivo di questa analisi supplementare è stato individuare le bande di frequenza statisticamente più significative in relazione alle immissioni acustiche ricollegabili alle navi all'ormeggio: a questo scopo sono state calcolate le distribuzioni statistiche di L99 di banda (nei due casi di presenza ed assenza di navi). Le bande a maggiore significatività sono state identificate applicando il metodo di seguito descritto:

1. si è individuato il valore del livello per cui una delle due curve statistiche cumulate raggiunge per prima il 100% (nei casi esaminati è sempre la curva del campione senza navi);
2. si è calcolata la percentuale di dati relativi al campione con navi che eccedono tale livello;
3. si è classificata la banda come abbastanza significativa se la percentuale così calcolata è superiore a 50% e significativa se è superiore a 70%.

Per una più approfondita discussione sul metodo qui utilizzato, sia in relazione alle misure sia per l'elaborazione dei dati misurati, si rimanda a precedenti lavori (Conte, 2010; Conte et al. 2010,2011).

RISULTATI DELLE CAMPAGNE DI MISURA

AREA PEGLI - PRÀ

I siti distinti monitorati sono 10, complessivamente sono stati effettuati 3 monitoraggi in continuo plurigiornalieri in altrettanti siti e 15 misure su tempo breve distribuite su dieci siti.

Uno dei siti del monitoraggio in continuo (il sito R1) risulta, rispetto alle immissioni sonore portuali, per molti aspetti analogo al sito del monitoraggio in continuo nell'area di Multedo: in entrambi i casi, infatti, si tratta di un sito in posizione collinare, interessato da viabilità locale e sostanzialmente schermato rispetto alla viabilità principale, direttamente esposto alle emissioni sonore generate dalle navi all'ormeggio.

I siti R5 e R6 sono entrambi in prossimità della linea costiera, e a bassa quota, e situati alla parte opposta dell'area studiata (rispetto al sito R1).

Il monitoraggio in continuo ha fornito i valori di LeqD e LeqN nei giorni medi (media logaritmica) feriali, sabato e domenica riportati in (tab. 1).

Tabella 1 - Livelli equivalenti (dBA) sui tempi di riferimento e nei giorni tipo

Sito	Grandezza	Feriale	Sabato	Domenica
R1	LeqD	56,3	55,4	55,3
	LeqN	52,4	51,3	51,6
R5	LeqD	60,2	58,6	58,7
	LeqN	55,0	54,2	55,3
R6	LeqD	57,6	55,6	57,6
	LeqN	52,8	51,6	53,9

Nella (fig. 1) e nella (fig. 2) si riportano, quale esempi, i grafici dell'evoluzione temporale dei livelli Leq orari per i tre giorni feriale, sabato e domenica per i due siti R1 e R5.

Figura 1 - Evoluzione temporale del Leq orario (dBA) – sito R1

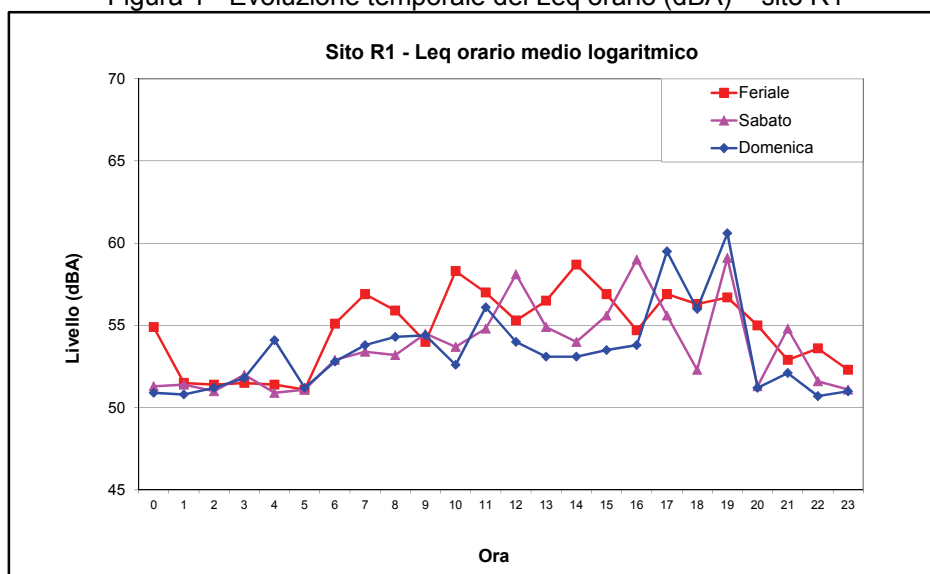
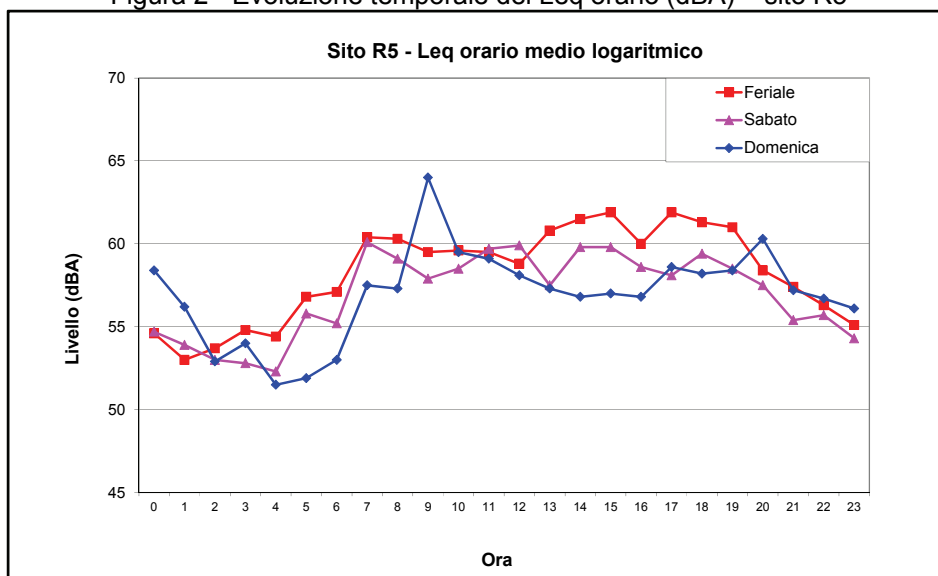


Figura 2 - Evoluzione temporale del Leq orario (dBA) – sito R5



In sintesi, le principali sorgenti di immissioni sonore sull'abitato, riconducibili alla presenza del porto, risultano i motori e i gruppi elettrogeni delle navi all'ormeggio (soprattutto per la zona collinare di Pegli verso ponente) e la movimentazione dei container (tonfi, camion, sirene delle gru, treni; soprattutto per quanto riguarda la fascia costiera di Prà). Più precisamente, in tutti i siti di

misura (sia in continuo sia su tempo breve) erano presenti immissioni di origine portuale, con prevalenza a livello percettivo di:

- emissioni acustiche dagli impianti delle navi all'ormeggio (motori, gruppi elettrogeni) per quanto riguarda la parte di levante (in cui era ubicato il sito di misura in continuo R1);
- movimentazione dei container (tonfi e sirene delle gru) per la parte di ponente (con i siti di monitoraggio in continuo R5 e R6);
- in alcuni siti di misura, su tempo breve, in posizione collinare sommitale erano compresenti in modo chiaramente udibile entrambi i contributi dovuti agli impianti e alla movimentazione.

Per quanto riguarda il sito R1, il contributo acustico delle immissioni rumorose connesse alle navi ormeggiate (motori, gruppi elettrogeni) non è particolarmente evidente a livello di Leq , mentre è meglio discriminabile in termini dei livelli percentili descrittivi della rumorosità di fondo, quali L99. Restrungendo l'analisi, in analogia al caso di Multedo, alla fascia oraria 0 ÷ 6, il valore medio aritmetico di L99 (su tutti i giorni monitorati) è pari a 45,6 dBA (con deviazione standard 1,5 dBA): in prima approssimazione, questo valore può essere considerato indicativo del contributo sonoro dovuto agli impianti in funzione delle navi all'ormeggio.

Le misure su tempo breve sono state effettuate in orari diurno e notturno, queste ultime in diversi giorni. I rilievi in periodo notturno eseguiti nel sito R1 hanno interessato 3 diverse giornate con diverse configurazioni di navi all'ormeggio: le misure hanno confermato la variabilità, in termini di macroscala temporale, del fenomeno in esame: a seconda dei giorni, infatti, sono stati rilevati Leq in due casi con valori non troppo dissimili (51,5 dBA e 52,9 dBA) e in un altro caso decisamente differente (48 dBA), in quest'ultima occasione anche il valore di L99 risulta inferiore a quanto rilevato nelle altre due sessioni (45,1 dBA contro 49,1 dBA e 48,3 dBA). Premesso che differenze fra le diverse sessioni di misura si riscontrano anche per i dati in banda di frequenza, va sottolineato che, nel loro insieme, le misure di evoluzione temporale di Leq su 1 s hanno evidenziato che il fenomeno sonoro "nave all'ormeggio" si caratterizza primariamente per livelli sonori approssimativamente costanti (cioè livelli quasi stazionari) in determinate bande di frequenza 1/3 di ottava. Le principali componenti spettrali del Leq interessate da immissioni portuali sono quelle a bassa frequenza, principalmente, nei casi esaminati, a 40 Hz e 80 Hz. Il fenomeno, come è lecito attendersi, è maggiormente significativo durante le ore notturne.

I rilievi su tempo breve nei siti di misura in cui erano avvertibili le immissioni sonore ricollegabili alla movimentazione, hanno evidenziato che: i tonfi di container costituiscono eventi di brevissima durata e che interessano prevalentemente le bande di frequenza nell'intervallo ~ 125÷2000 Hz; le cicaline delle gru possono dare luogo a fenomeni acustici nelle bande di frequenza 1/3 di ottava a 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz e 4000 Hz (Moro et al., 1999), senza escludere altre bande fra cui quella a 1250 Hz.

AREA MULTEDO

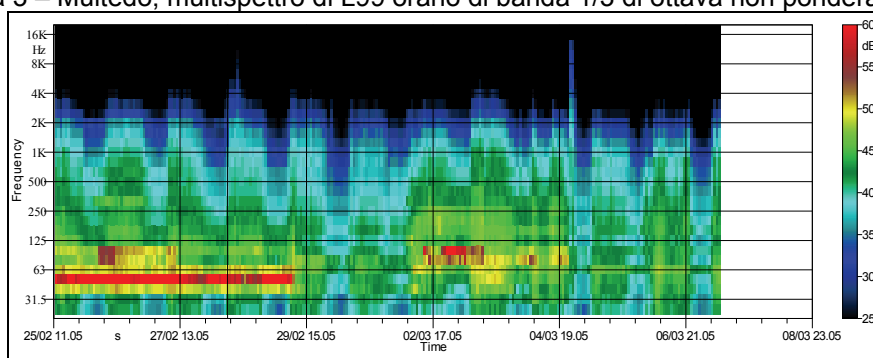
La campagna di monitoraggio plurisettimanale è stata realizzata utilizzando una postazione della rete provinciale della qualità dell'aria, posta a lato di una strada locale sulla collina di Multedo. I dati di seguito riportati sono riferiti al periodo di monitoraggio febbraio – marzo 2008.

Il monitoraggio in continuo ha fornito valori di $LeqD$ pari a 58,8 dBA, 58,1 dBA e 57,5 dBA (rispettivamente nelle tre giornate medie feriale, sabato e domenica) e corrispondenti valori notturni $LeqN$ pari a 55,2 dBA, 54,3 dBA e 55,2 dBA.

Sempre in termini di livelli globali ponderati A, il monitoraggio in continuo ha fornito valori di L99 orario medio aritmetico (ore notturne) con presenza ed assenza di navi ormeggiate rispettivamente pari a 46,4 dBA (deviazione standard 1,7 dBA) e 42,1 dBA (deviazione standard 1,1 dBA).

Il monitoraggio in banda di frequenza consente di caratterizzare ulteriormente il fenomeno acustico in esame: in (fig. 3) si riporta, quale esempio, il sonogramma del multispettro di L99 di banda 1/3 di ottava (ponderazione lineare, dB), per alcuni giorni di febbraio e marzo, che rende evidente, a livello qualitativo, la "occupazione" continua e persistente di alcune bande di bassa frequenza.

Figura 3 – Multedo, multispettro di L99 orario di banda 1/3 di ottava non ponderato (dB)



L'applicazione della procedura, precedentemente descritta, per individuare le bande di frequenza statisticamente più rilevanti per le immissioni acustiche dall'infrastruttura portuale, ha individuato le bande 1/3 ottava di 40 Hz, 50 Hz, 63 Hz, 100 Hz, 125 Hz e 1000 Hz come significative (con differenze fra livello medio con e senza navi di L99 dell'ordine di $5 \div 9$ dB a seconda dei casi); abbastanza significative sono risultate le bande di frequenza a 80 Hz, 630 Hz, 800 Hz e 1250 Hz (differenze dell'ordine di $4 \div 5$ dB).

Per le bande di frequenza significative, inoltre, in assenza di navi la deviazione standard risulta nettamente inferiore ($0,7 \div 1,3$ dB) rispetto al caso con navi ($1,7 \div 7,6$ dB), a testimonianza della variabilità delle immissioni sonore di origine portuale dovuta sia alle caratteristiche emissive disomogenee delle singole navi, sia alla variabilità del numero di navi presenti.

Le misure su tempo breve sono state effettuate negli anni 2008 \div 2011 in 6 siti, distribuiti sulla collina e nella parte bassa dell'abitato, con le misure in date ed orari diversi (diurni e notturni).

Il confronto fra i livelli rilevati in orario diurno e notturno nelle varie sessioni di misura su tempo breve non fornisce indicazioni univoche, a conferma della variabilità dei livelli sonori dovuta sia a motivi intrinseci alle misure su tempo breve, sia alla variabilità delle caratteristiche emissive delle diverse configurazioni di navi all'ormeggio che si verificavano nelle varie sessioni di misura. L'analisi complessiva di tutti i rilievi su tempo breve eseguiti, comunque, porta a concludere, anche in termini di microscala temporale, che in presenza di immissioni di origine portuale risultano particolarmente significative alcune bande alle basse frequenze (dove è evidenziata la sostanziale stazionarietà del fenomeno), sebbene vi siano ragionevolmente contribuiti anche in altre zone dello spettro, però più difficilmente discriminabili.

AREA DINEGRO

I rilievi sono stati effettuati posizionando la strumentazione in tre distinte postazioni di misura lungo la "passeggiata della Lanterna". La prima postazione di misura è la più significativa per le immissioni dai traghetti all'ormeggio; le altre due postazioni, più distanti dal Terminal, risentono anche, rispettivamente, delle immissioni sonore dovute al traffico pesante indotto dal porto e del rumore proveniente dal complesso in cui è inserita la centrale termoelettrica.

I rilievi su tempo breve effettuati nei tre siti hanno fornito, rispettivamente, valori di Leq pari a 66,5, 63,1 e 66,4 dBA e valori di L99 pari a 61,6, 57,9 e 57,5 dBA.

Le misure dell'evoluzione temporale del multispettro dello short Leq 1s (bande di 1/3 d'ottava, dB), con particolare riferimento al sito di misura più vicino al Terminal, ha evidenziato anche in questo caso la presenza di componenti stazionarie di rumore alle basse frequenze, riconducibili alle emissioni sonore da parte dei traghetti all'ormeggio con motori accesi.

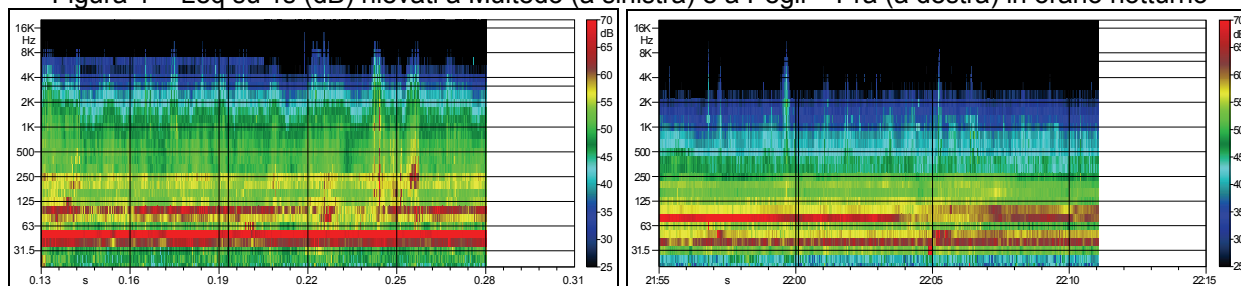
CONFRONTO FRA LE MISURE NELLE TRE AREE

L'insieme delle misure effettuate nelle tre aree di studio ha evidenziato la trasversalità del tema costituito dalle immissioni acustiche dovute agli impianti delle navi all'ormeggio, all'origine di effetti simili relativamente alla rumorosità sull'abitato: livelli discriminabili soprattutto nelle bande di bassa frequenza, immissioni sostanzialmente continue e stazionarie alla scala temporale sovrapponibile ai tempi di ormeggio e variabili (come intensità e spettro) su scale temporali più ampie (pluri giornaliere e/o plurisettimanali).

In (fig. 4) si riportano, come esempio, i risultati di due misure di multispettro del Leq su 1 s (banda 1/3 di ottava, dB) eseguite in orario notturno in area Multedo e in area Pegli - Prà: in

entrambi i casi si osservano componenti di bassa frequenza persistenti e poco variabili, con tutta probabilità riconducibili alle emissioni sonore dalle navi all'ormeggio durante le sessioni di misura.

Figura 4 - Leq su 1s (dB) rilevati a Multedo (a sinistra) e a Pegli – Prà (a destra) in orario notturno



Le analogie sopra individuate comportano come conseguenza l'ulteriore tema, del tutto trasversale, della "pervasività" del rumore nell'ambiente abitativo, all'origine di alcune segnalazioni da parte della cittadinanza. Come è noto, infatti, le componenti di bassa frequenza sono quelle meno abbattute dai serramenti e possono risultare udibili, ancorché di intensità non elevata, anche all'interno di abitazioni con finestre chiuse.

D'altra parte, la differente natura delle tre infrastrutture portuali adiacenti alle zone abitate monitorate è il motivo di alcune differenze, fra questi elementi peculiari vi sono ad esempio: i fenomeni sonori connessi ai sistemi di pompaggio (presenti nel caso del Porto Petroli e forse anche all'origine di immissioni sonore misurate, nell'abitato circostante, in bande di frequenza 1/3 di ottava medie e medio alte, ad esempio 630 Hz e 1250 Hz); le immissioni acustiche delle cicaline delle gru (riferibili alle bande di frequenza 1250 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz e 4000 Hz), movimentazione con camion e gru e tonfi di container (soprattutto nella banda ampia ~ 125÷2000 Hz) tipicamente presenti per quanto riguarda l'abitato di Pegli – Prà affacciato sul Terminal Container.

CONCLUSIONI

La campagna di misura 2008 ÷ 2011 sulla rumorosità nell'abitato genovese riconducibile all'infrastruttura portuale ha evidenziato che le immissioni sonore portuali monitorate possono dare luogo ai fenomeni, in termini di rumorosità sull'abitato, di seguito descritti:

- Navi all'ormeggio e relativi impianti attivi: il rumore immesso può comportare una alterazione della rumorosità di fondo, di entità variabile da caso a caso. Questo effetto si verifica soprattutto in alcune bande 1/3 di ottava nella parte medio bassa dello spettro e diventa particolarmente sensibile in presenza di un rumore di fondo "residuo" poco elevato. Il fenomeno sonoro "nave all'ormeggio" si caratterizza inoltre con livelli sonori approssimativamente costanti in determinate bande di bassa frequenza (fra cui, ad esempio e a seconda dei casi, le bande a 40 Hz, 50 Hz, 63, Hz, 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz).
- Movimentazione dei container: oltre al rumore dovuto ai camion ed altri mezzi a motore, per molti versi simile alle immissioni del traffico sulla viabilità urbana, l'attività di movimentazione in genere comporta i tonfi dei container che risultano essere eventi aleatori di brevissima durata e ad ampia banda (~ 125÷2000 Hz) e le cicaline delle gru, che si manifestano come eventi prolungati ma discontinui, la cui ripetitività dipende dalle necessità di movimentazione, e caratterizzati in frequenza con emissioni sonore in ben specificate bande della parte medio – alta e alta dello spettro (possibili bande di emissione sono quelle a 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz e 4000 Hz, senza escludere altre bande fra cui quella a 1250 Hz).

Dal punto di vista metodologico, inoltre, si è verificato che:

- le navi (sia singolarmente sia in relazione al numero di navi contemporaneamente presenti) possono dare luogo a immissioni acustiche differenti per entità e per caratteristiche (ad esempio interessando bande di frequenza differenti), perciò per caratterizzare in modo sufficientemente accurato la rumorosità portuale è necessario procedere a misure su archi temporali prolungati (in continuo o a campione).

- per il monitoraggio delle immissioni di origine portuale la misura del Leq complessivo di banda larga ponderato A non è in genere sufficiente e necessita di essere integrata da analisi statistiche con determinazione di livelli percentili (Ln) e da rilievi in banda di frequenza per l'analisi della composizione spettrale del rumore.

Bibliografia

Cerniglia Andrea, *Individuazione di sorgenti di rumore in un clima acustico complesso: un caso reale*, 2010, Antinquinamento, Anno V N.1

Conte Alessandro, *Indagine sul rumore portuale a Genova*, 2010, Atti 10° Convegno Nazionale CIRIAF – Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento da Agenti Fisici, Perugia

Conte Alessandro, Balzano Michele, Barbieri Elisabetta e Stragapede Franca, *Studio sulla rumorosità di origine portuale sull'abitato di Genova*, 2011, Atti 4ª Giornata di Studio sull'Acustica Ambientale, Provincia di Genova – Fondazione MUVITA, Arenzano

Conte Alessandro, Barbieri Elisabetta e Stragapede Franca, *Rumore industriale e portuale: casi a confronto*, 2010 Atti 3a Giornata di Studio sull'Acustica Ambientale, Provincia di Genova – Fondazione MUVITA, Arenzano

Moro Giacomo, Drago Andrea, Carcassi R., Piromalli Walter, Conte Alessandro, Stragapede Franca, Morelli Marco, Peiretti Gianfranco e Canepa Giuseppe, *Avvisatori acustici di gru in area operativa portuale: problematiche di applicazione della normativa*, 1999, Atti 27° Convegno Nazionale AIA – Associazione Italiana di Acustica