



PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 IL PROGETTISTA Dott. Ing. D. Spoglianti Ordine Ingegneri Milano n°20953 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n°15408 	IL CONTRAENTE GENERALE Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)	STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)	STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)
--	--	--	--

Unità Funzionale Tipo di sistema Raggruppamento di opere/attività Opera - tratto d'opera - parte d'opera Titolo del documento	COLLEGAMENTI VERSANTE SICILIA RILIEVI ACCERTAMENTI E INDAGINI IN CAMPO – INDAGINI AMBIENTALI (STUDI DI SETTORE) ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE STUDIO SUL RUMORE TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">AS0170_F0</div>
---	--	--

CODICE	C G 0 7 0 0 A R G D S I 7 0 0 R M 0 0 0 0 0 0 0 2 F0
--------	--

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	A.CALEGARI	M.SALOMONE	D.SPOGLIANTI

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
Premessa	5
1 Quadro di riferimento previsionale	7
1.1 Descrizione del modello previsionale Soundplan	7
1.2 Integrazione tra GIS e modello acustico	8
1.3 Il metodo di calcolo NMPB96.....	9
1.4 Accuratezza del modello previsionale.....	12
1.4.1 Interconfronto tra modelli previsionali rumore stradale.....	14
1.5 Evoluzione delle emissioni del parco circolante a lungo termine.....	17
1.6 Emissioni dagli Imbocchi delle gallerie.....	20
2 Previsione di rumore sui ricettori e mappatura acustica	21
2.1 Ambito di mappatura	21
2.2 Il modello geometrico	21
2.3 Caratteristiche di impedenza dei materiali	22
2.4 Dati meteorologici di progetto	22
2.5 Traffico di progetto.....	23
2.6 Localizzazione dei punti di calcolo.....	23
2.7 Specifiche di calcolo	24
2.8 Scenari simulati	24
2.9 Analisi di concorsualità	25
2.9.1 Presupposti di riferimento	25
2.9.1.1 Ricettori fuori fascia di pertinenza	25
2.9.1.2 Ricettori interni alle fasce di pertinenza, in assenza di sorgenti concorsuali	26
2.9.1.3 Ricettori interni alle fasce di pertinenza in presenza di sorgenti concorsuali.....	26
2.9.2 Applicazione	29
2.10 Mappatura impatto acustica.....	30
2.10.1.1 Verifiche di impatto sui punti di massima esposizione	35
2.11 Progettazione interventi di mitigazione	36
2.11.1 Pavimentazione stradale fonoassorbente	37
2.11.2 Giunti silenziosi.....	40
2.11.3 Barriere antirumore	41

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

2.11.4	Insonorizzazione imbocchi gallerie e muri di controripa	43
2.11.5	Interventi sui ricettori.....	45
2.12	Mappatura impatto acustico post operam mitigato.....	46
3	Conclusioni	49
4	Bibliografia essenziale	51

Il presente studio è stato redatto da:

Dott. Arch. Anita Calegari

Tecnico Competente in Acustica Ambientale

Legge 447/95 Regione Emilia – Romagna

Provincia di Piacenza D.D. n. 466 del 09/03/2007

EuroLink S.C.p.A.

	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Premessa

La presente relazione illustra lo studio di impatto acustico dei collegamenti stradali lato Sicilia, con particolare riferimento al quadro di riferimento previsionale in base al quale è stata derivata la mappatura acustica di impatto ante e post mitigazione.

Le informazioni generali relative al quadro di riferimento normativo e ambientale ante operam sono organizzate nella relazione generale degli studi sul rumore, al quale si rimanda per una più puntuale descrizione.

Lo studio acustico in oggetto esamina un ambito spaziale esteso per almeno 1000 m dal ciglio esterno del tracciato stradale e caratterizzato da una ampiezza complessiva minima 2 km in prossimità dell'opera di attraversamento. Ciò permette di verificare le alterazioni di clima acustico anche a distanze molto superiori a quelle richieste dalla normativa (250-500 m) e di dare evidenza della sovrapposizione degli effetti anche nei tratti in cui le due infrastrutture si allontanano.

All'interno di questo corridoio sono stati svolti specifici sopralluoghi finalizzati a verificare lo stato fisico dei luoghi (morfologia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali, ecc.), le sorgenti di rumore e i caratteri tipici del paesaggio sonoro.

Il censimento dei ricettori rappresenta una attività svolta nel corso del P.D. e confluita nello studio acustico. In analogia, anche il reperimento e la mosaicatura dei Piani Regolatori Comunali (PRG) vigenti, delle classificazioni acustiche comunali adottate dai Comuni territorialmente interessati dal progetto e delle aree naturali vincolate costituiscono fasi di attività specialistica svolte nel P.D. i cui risultati sono stati trasferiti come base informativa allo studio acustico. L'insieme delle informazioni recepite ha permesso di verificare la futura evoluzione del sistema ricettore e degli obiettivi di tutela sonora del territorio.

Le analisi previsionali sono state svolte con il modello ad interim NMPB96 considerando le percentuali di condizioni favorevoli alla propagazione tratte dalla ricostruzione locale dei campi di vento e i risultati delle più recenti campagne di validazione del modello previsionale.

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

1 Quadro di riferimento previsionale

1.1 Descrizione del modello previsionale Soundplan

Per la simulazione del rumore generato dal traffico stradale è stato utilizzato il modello previsionale SoundPLAN versione 7.0. Il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, i traffici ed i relativi livelli sonori indotti, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo del ray-tracing e sono basati sugli algoritmi e sui valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96.

La procedura di simulazione è la parte centrale e più delicata dello studio acustico presentandosi la necessità di gestire informazioni provenienti da fonti diverse e di estendere temporalmente ad uno scenario di lungo periodo i risultati di calcolo. E' stato pertanto necessario:

- realizzare un modello vettoriale tridimensionale del territorio "DTM Digital Terrain Model" esteso a tutto l'ambito di studio del tracciato autostradale in progetto;
- realizzare un modello vettoriale tridimensionale dell'edificato "DBM Digital Building Model", che comprende tutti i fabbricati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso;
- definire gli effetti meteorologici sulla propagazione del rumore;
- definire i coefficienti di assorbimento per il terreno e gli edifici;
- definire i dati di traffico di progetto da assegnare alle linee di emissione.

In particolare il modello geometrico 3D finale contiene:

- morfologia del territorio;
- tutti i fabbricati di qualsiasi destinazione d'uso, sia quelli considerati ricettori sia quelli considerati in termini di ostacolo alla propagazione del rumore;
- altri eventuali ostacoli significativi per la propagazione del rumore;
- cigli marginali delle infrastrutture stradali in progetto, inclusi gli svincoli, e delle opere connesse esistenti, in variante o di nuova realizzazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Per una migliore gestione dei dati di ingresso e di uscita dal modello di calcolo Soundplan sono stati definiti e utilizzati dei protocolli di interscambio dati con un GIS (“Geographical Information System”).

1.2 Integrazione tra GIS e modello acustico

Il GIS (“Geographical Information System”) è un sistema informatico per la gestione dei dati georeferenziati, ossia di quelle entità fisiche alle quali è possibile associare un attributo che ne individua la posizione geografica. Il GIS è lo strumento attraverso il quale si è proceduto alla elaborazione della cartografia di base, all’archiviazione dei dati sulle destinazioni d’uso dei ricettori, alla definizione dei punti di massima esposizione, alla produzione delle tavole grafiche, ecc.

La cartografia di base è stata georeferenziata in coordinate rettilinee PONTE, utilizzando gli strumenti di proiezione cartografica di ArcGIS. Nella cartografia, ad ogni entità poligonale rappresentante un edificio, sono state associate tutte le informazioni che contraddistinguono l’edificio stesso nella realtà. Tra queste le più importanti sono la destinazione d’uso e altezza. Altre informazioni più complesse possono essere gestite o calcolate mediante gli strumenti messi a disposizione dal GIS, tra queste ad esempio l’identificazione dei punti di massima esposizione, la verifica delle facciate prime di finestre, la presenza di facciate silenziose, ecc.

L’interfacciamento e lo scambio dei dati con il modello previsionale Soundplan è stato reso possibile dall’uso di GEODATABASE, una tecnologia introdotta da ESRI a partire dalla versione 8.0 del software ArcGIS, che consente di memorizzare in tradizionali database relazionali non solo informazioni alfanumeriche ma anche informazioni geometriche, così come avviene in normali file CAD.

Il GEODATABASE consente di superare i limiti imposti dai file SHAPE (file di riferimento per quanto riguarda lo standard GIS) potendo usufruire appieno delle potenzialità di un database relazionale. In tal modo il GEODATABASE risulta accessibile anche da normali RDBMS (Relation Database Management System) o da software capaci di interfacciarsi con essi, come nel caso del modello previsionale SoundPLAN utilizzato per la mappatura acustica.

Questo modo di procedere, caratterizzato da un accentramento di tutti i dati in un unico sistema informatico, ha consentito di evitare una duplicazione delle informazioni e di eliminare questa tipica causa di errori.

Infine, i risultati dei calcoli previsionali svolti da SoundPLAN (curve isolivello, mappe di rumore, livelli sulle facciate dei ricettori, ecc.) sono stati esportati su GIS dove è avvenuta la fase finale di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

analisi e la realizzazione delle mappe di rumore.

1.3 Il metodo di calcolo NMPB96

Il metodo di calcolo NMPB-96 è raccomandato dal Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. La legislazione nazionale italiana ribadisce quanto affermato dal testo redatto dalla Commissione della comunità europea e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 22/08/2003 in merito alle linee guida relative ai metodi di calcolo.

Per il rumore da traffico veicolare viene raccomandato il metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», citato in «Arreté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese « XPS 31-133». Nella linea guida il metodo è denominato « XPS 31-133».

Il metodo di calcolo provvisorio è raccomandato per gli Stati membri che non dispongono di un metodo nazionale di calcolo e per quelli che desiderano cambiare il metodo di calcolo.

In NMPB il calcolo dell'emissione si basa sul livello di potenza sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi.

Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un nomogramma (Figura 1.1), che riporta il livello equivalente orario all'isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico.

Il livello di potenza sonora corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale viene a sua volta scomposto in bande di ottava in accordo alla norma EN 1793-3:1997. Da considerare inoltre che:

- la sorgente viene localizzata a 0.5 m di altezza dal piano stradale. La distanza di riferimento del livello di emissione è a 30 m dal ciglio stradale ad un'altezza di 10 m;
- il livello di emissione diminuisce con la velocità su valori bassi di transito, rimane costante per velocità medie e aumenta per velocità alte;
- le categorie di veicoli prese in considerazione sono due: veicoli leggeri (GVM fino a 3.5 tonnellate) e veicoli pesanti (GVM superiore a 3.5 tonnellate);
- non sono previsti valori di volumi di traffico caratteristici in funzione della categoria della strada e dell'intervallo di riferimento. Vengono invece distinte quattro tipologie di flusso

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

veicolare:

- “Fluid continuous flow” per velocità all'incirca costanti;
- “Pulse continuous flow” per flusso turbolento con alternanza di accelerazioni e decelerazioni;
- “Pulse accelerated flow” con la maggior parte dei veicoli in accelerazione;
- “Pulse decelerated flow” con la maggior parte dei veicoli in decelerazione.
- la pavimentazione stradale considerata è di tipo standard, ma sono apportabili correzioni compatibili con la ISO 11819-1 in funzione del tipo di asfalto e delle velocità;
- l'influenza della pendenza della strada è inclusa nel nomogramma. Sono distinti tre casi: pendenza fino al 2%, pendenza superiore al 2% in salita e pendenza superiore al 2% in discesa.

La risposta di NMPB-Routes-96 citato nella norma francese XPS 31-133 in termini di rispondenza delle emissioni al parco circolante è una incognita rispetto alla quale è necessario procedere con cautela nella risposta: turn over, allargamento del traffico a mezzi provenienti dall'est, stato di manutenzione degli autoveicoli, ecc. possono influire molto su quella che potrebbe essere giudicata, in prima istanza, una sovrastima.

Il confronto delle emissioni NMPB-Routes-96 con le emissioni in uso in altri paesi europei (Figura 1.2) evidenzia una buona correlazione con i dati danesi riferiti al 1981 (RMV01) e al 2002 (RMV02) e, viceversa, una sovrastima di circa 2.5 dB rispetto alle emissioni utilizzate dal metodo di calcolo tedesco RLS90. Il confronto tra i valori di emissione LAE alla distanza di riferimento di 10 m e ad un'altezza di 1,5 m utilizzati per veicoli leggeri da diversi metodi di calcolo evidenzia che i valori di esposizione per gli standard NMPB e RLS sono simili per velocità superiori o uguali a 100 Km/h in caso di flusso indifferenziato, velocità e tipologia di flusso tipici di un tracciato autostradale.

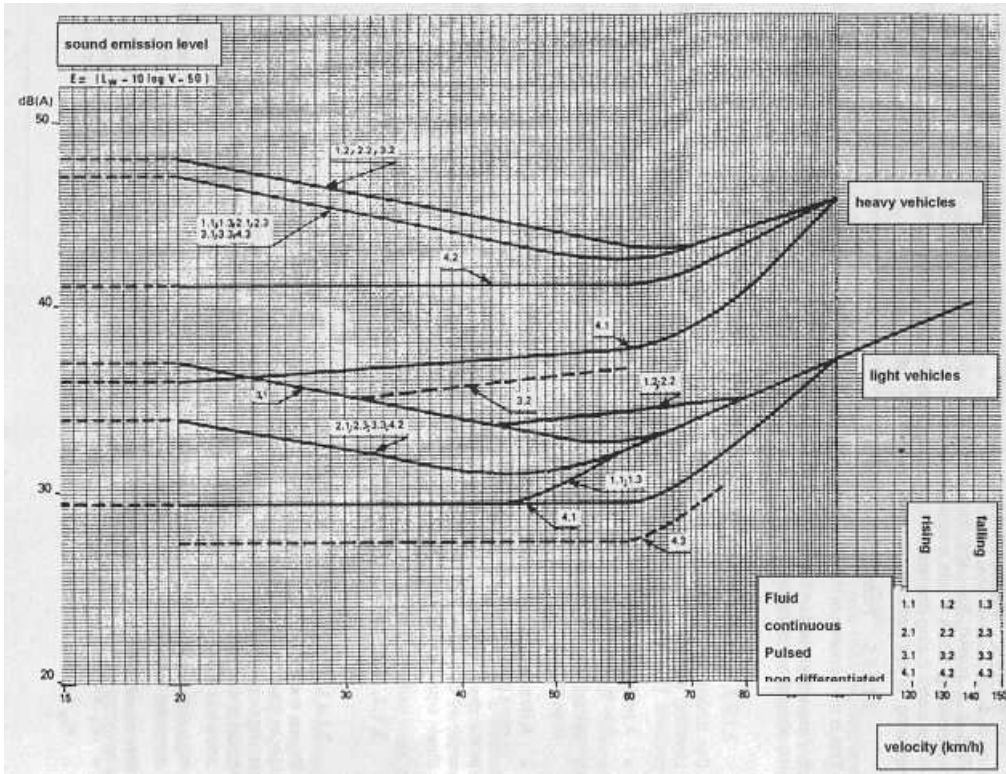


Figura 1.1 Nomogramma NMPB96

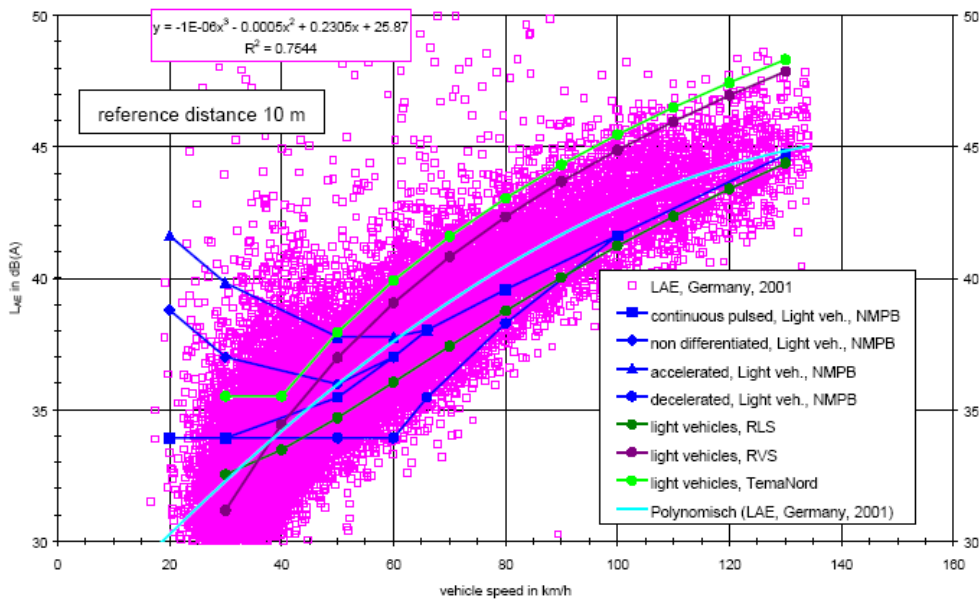


Figura 1.2 Valori di emissione LAE in funzione della velocità per veicoli leggeri

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Per quanto riguarda la divergenza geometrica, l'assorbimento atmosferico e l'effetto del terreno NMPB96 prevede quanto segue:

- Divergenza geometrica - Il decremento del livello di rumore con la distanza (A_{div}) avviene secondo una propagazione sferica.
- Assorbimento atmosferico - Attenuazione del livello di rumore in funzione della temperatura e dell'umidità dell'aria (A_{atm}). In NMPB le condizioni standard sono 15°C e 70% di umidità. Vanno considerati valori opportuni di coefficienti di assorbimento in accordo alla ISO 9613-1 per valori diversi della temperatura e umidità relativa.
- Effetto del terreno - L'attenuazione del terreno è valutata in modo differente in relazione alle condizioni meteorologiche di propagazione. In condizioni favorevoli il termine è calcolato in accordo al metodo indicato nell'ISO 9613-2. In condizioni omogenee è introdotto un coefficiente G del terreno, che è nullo per superfici riflettenti. In questo caso $A_{grd} = -3$ dB.

1.4 Accuratezza del modello previsionale

Il modello ad interim NMPB-Routes-96 (Racc. 2003/613/CE), richiamato dal Dlgs 194/2005 per la mappatura acustica stradale, è adottato nei piani di risanamento acustico delle infrastrutture esistenti e negli studi delle nuove infrastrutture.

La pratica applicativa evidenzia che questo modello previsionale porta ad una generale sovrastima degli impatti e, conseguentemente, ad un dimensionamento cautelativo degli interventi di mitigazione del rumore. Ciò deriva in larga misura dalla indisponibilità sul territorio nazionale italiano di informazioni in merito alle condizioni favorevoli alla propagazione del rumore in periodo diurno e notturno, e dalla conseguente necessità di utilizzare dei dati meteorologici semplificati e prudenziali.

Il principio di precauzione è espresso dalla WG-AEN (Good practice Guide for Strategic Noise Mapping) in termini di massimizzazione dell'incidenza nel lungo periodo delle condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore. La differenza tra il livello misurato in condizioni favorevoli e omogenee può arrivare a 8 dBA, per cui risulta chiaro l'impatto sui risultati finali e i problemi pratici che possono insorgere in fase di taratura del modello previsionale, la cui convergenza ai dati sperimentali è sempre difficile e tale da indirizzare l'utilizzatore verso arbitrarie riduzioni alla sorgente al fine di non sovradimensionare gli interventi di mitigazione.

	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nel corso di recenti studi di settore presentati al 37° Convegno Nazionale Associazione Italiana di Acustica 2010 Siracusa è stata presentata la metodologia che permette di derivare dai dati meteorologici generalmente utilizzati per la trattazione dei fenomeni di dispersione degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera i parametri che intervengono nella definizione delle condizioni favorevoli alla propagazione del rumore.

I risultati (Figura 1.3, Figura 1.4) evidenziano che l'utilizzo delle % di condizioni favorevoli alla propagazione ottenute a partire dai dati meteorologici locali LAMA consentono di ridurre significativamente la sovrastima dei valori previsionali NMPB-96 derivanti dall'applicazione delle percentuali consigliate da WG-AEN e di conseguire un buon allineamento ai valori sperimentali: la convergenza è ottima fino a 150 m per poi tendere ad una sovrastima dell'ordine di 2 dBA diurni/notturni per distanze di 220-270 m, senza alcun intervento sul termine emissivo.

Il metodo di elaborazione delle condizioni favorevoli alla propagazione basato sul data set LAMA può quindi consentire di conservare un approccio di stima ragionevolmente prudente per ricettori posti al confine di fascia B o fuori fascia, permettendo al tempo stesso un dimensionamento geometricamente corretto degli interventi di mitigazione per i ricettori più vicini alla sorgente di rumore stradale.

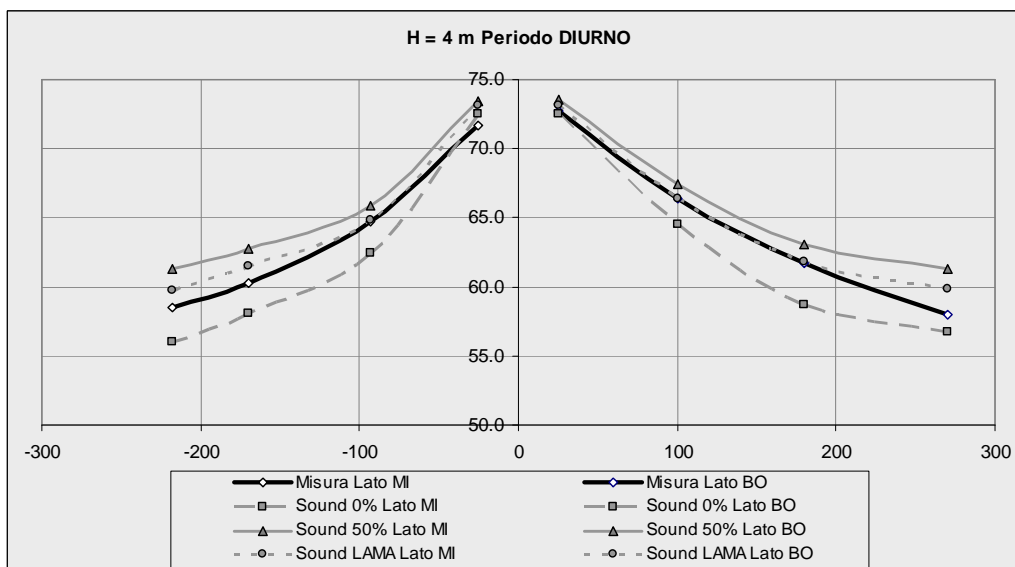


Figura 1.3 Confronto tra dati sperimentali e previsionali NMPB96 in periodo diurno e notturno per % di condizioni favorevoli 0-50-100 e locali (LAMA)

	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

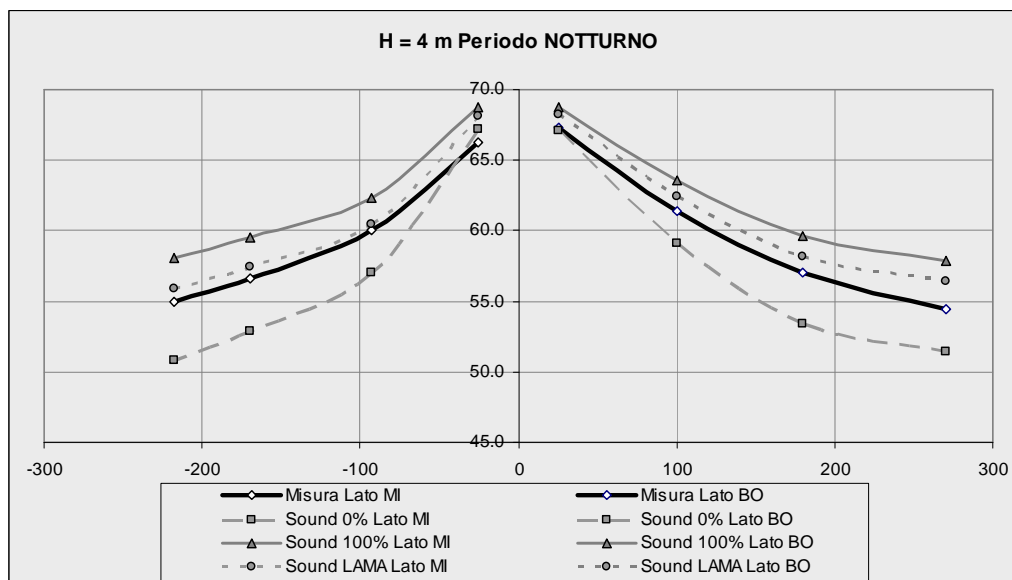


Figura 1.4 Confronto tra dati sperimentali e previsionali NMPB96 in periodo diurno e notturno per % di condizioni favorevoli 0-50-100 e locali (LAMA)

1.4.1 Interconfronto tra modelli previsionali rumore stradale

I risultati dell'interconfronto nazionale ISPRA-ARPA sui modelli di previsione del rumore stradale e ferroviario finanziato dal Ministero dell'Ambiente, è stato realizzato con la partecipazione di 21 laboratori, provenienti da 11 Arpa e da ISPRA. I laboratori coinvolti nell'interconfronto sono stati raggruppati in funzione del software e dell'algoritmo di calcolo utilizzati.

Per il rumore stradale sono stati complessivamente individuati 8 laboratori che utilizzano IMMI, 7 che utilizzano CADNA, 5 che utilizzano SOUNDPLAN e 1 che utilizza MITHRA. Tutti i laboratori hanno fatto riferimento al modello indicato dalla norma NMPB96, eccetto due tra gli utilizzatori di SOUNDPLAN, che hanno impiegato il modello RLS90.

Il lavoro è stato effettuato sulla base di 14 scenari predefiniti, ricavati da quelli proposti dal documento JRC "Implementation of Directive 2002/49/EC on Environmental Noise – Protocols for checking the equivalence of national noise mapping methods against the interim methods", differenziati per caratteristiche della sorgente, ambiente di propagazione del rumore, condizioni meteorologiche, tipologia di flussi veicolari, ecc. I dati ottenuti dalla modellizzazione sono stati dapprima analizzati per valutare le anomalie, sia attraverso il criterio degli z-score che mediante una valutazione sistematica delle impostazioni adottate da ogni laboratorio.

	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Successivamente sono stati valutati e confrontati i risultati attraverso i metodi dell'analisi statistica descrittiva (deviazioni standard, ampiezza intervalli, scarti medi,...). E' stato così possibile definire un range di variabilità relativamente ai singoli prodotti commerciali, nel loro complesso e singolarmente, nonché evidenziare i limiti dei modelli, gli errori degli utenti e gli approcci differenti ai problemi di implementazione dei valori di input.

I 14 scenari scelti tra quelli indicati nel documento JRC sono stati raggruppati in 3 macroscenari a seconda della tipologia di infrastruttura stradale interessata: configurazione tipica di una strada di grande comunicazione che percorre aree in campo libero e aree urbanizzate (macroscenario denominato "Motorway"), contesto di una strada principale a doppio senso che attraversa un tessuto urbano (macroscenario "City"), caso di una autostrada a 4 corsie in ambiente collinare, che corre ad un'altezza intermedia tra il fondo valle e la cima della collina (macroscenario "Hill").

Per ogni macroscenario vengono inoltre previste diverse configurazioni sulla base delle condizioni di traffico, di propagazione atmosferica e di profilo di terreno. Il numero complessivo di dati sui quali è stato effettuato il confronto risulta 1146, pari al numero di punti recettore suddivisi tra i vari scenari.

Attraverso l'analisi complessiva degli z-score su tutti gli scenari di modellizzazione (Figura 1.5) si evidenziano due laboratori caratterizzati da un numero di criticità superiore alle soglie di accettabilità definite (lab. 5 e 6). Tale risultato trova conferma nella valutazione degli scarti assoluti medi su tutti i punti i modellizzazione (per scarto assoluto si intende la differenza in valore assoluto tra il valore calcolato in un punto da un laboratorio e la mediana dei valori di tutti i laboratori in quel punto): i valori sono generalmente dell'ordine di 2 dB, ad eccezione dei laboratori 5 e 6, che presentano valori rispettivamente di circa 6 e 4 dB (Figura 1.6). Si evidenzia che la percentuale di dati critici e gli scarti medi possono assumere valori differenti, maggiori o minori, per i singoli scenari e macroscenari.

Per quanto riguarda le deviazioni standard, i valori ottenuti senza considerare i dati critici sono compresi tra 1 e 3 dB, in funzione dello specifico scenario considerato, con un valore medio complessivo di 2 dB. Le variazioni tra i singoli scenari sono pertanto limitate e dovute essenzialmente alla complessità del contesto territoriale in cui è inserita la sorgente.

La qualità della modellizzazione associata a diversi scenari della sorgente sonora e del contesto territoriale è in sostanza condizionata, più che dal nome del modello di calcolo, dagli errori umani (materiali e di inesatta interpretazione delle istruzioni fornite) e dalle approssimazioni

	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

nell'implementazione degli algoritmi di calcolo da parte dei singoli modelli. Le dispersioni aumentano generalmente con la complessità dell'ambiente di propagazione e con la distanza dalla sorgente.

Come in tutte le attività umane, se si escludono modelli previsionali obsoleti, il fattore determinante per il buon esito della attività di simulazione è la specifica esperienza nel settore e nell'uso del modello previsionale, unitamente alla possibilità di avere affrontato una ampia casistica di casi analoghi.

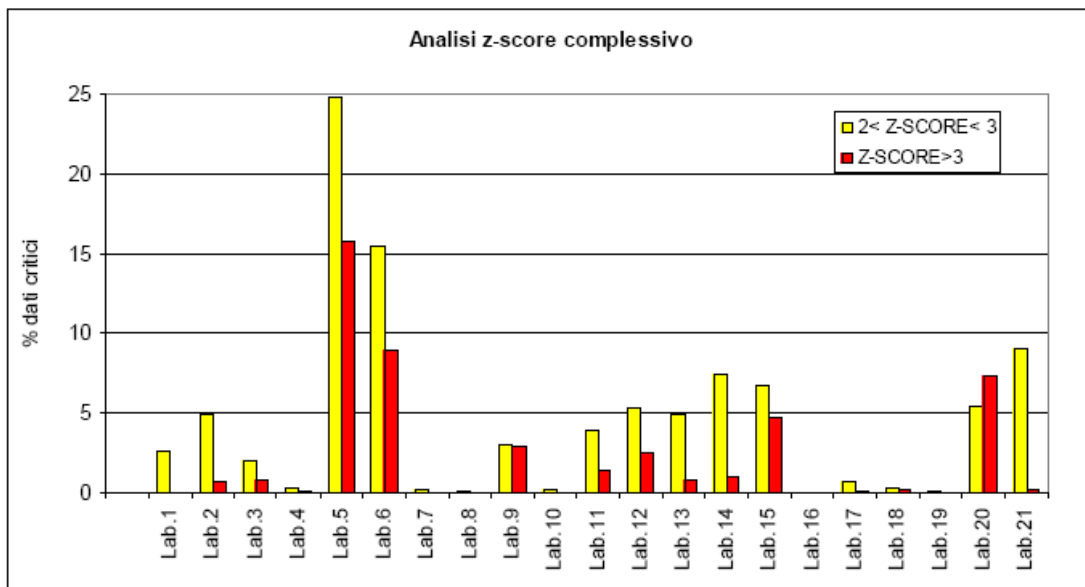


Figura 1.5

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

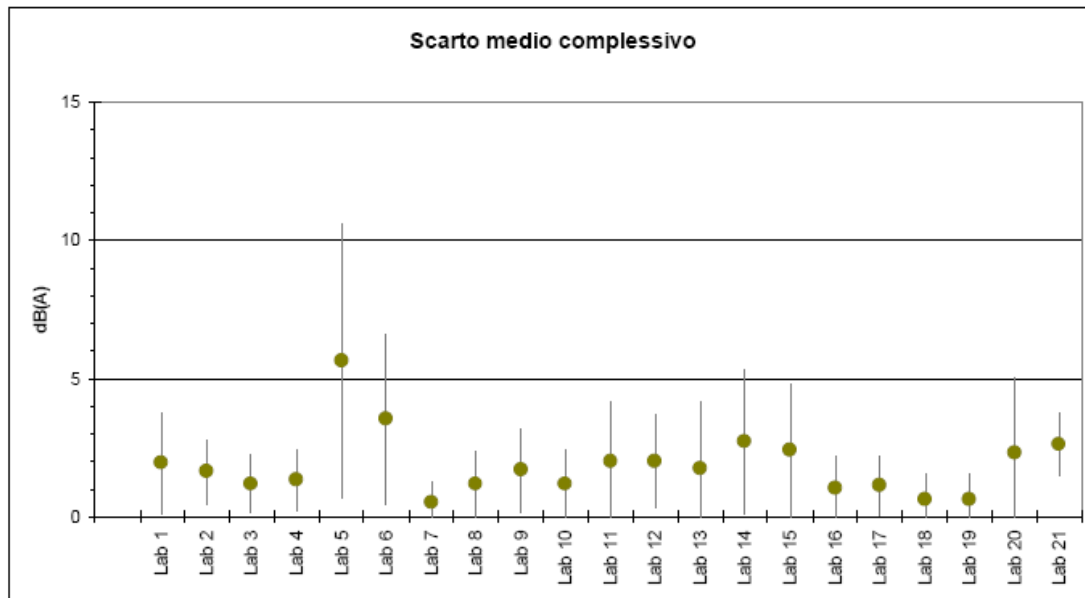


Figura 1.6

1.5 Evoluzione delle emissioni del parco circolante a lungo termine

In una logica di studio acustico a lungo termine è necessario considerare che il rumore determinato dall'esercizio autostradale può variare sia in relazione all'aumento del traffico sia al turn-over del parco circolante. In particolare, la progressiva eliminazione dei veicoli pesanti e leggeri caratterizzati dalle maggiori classi di età, avrà come conseguenza pratica una riduzione del carico di rumore della sorgente.

Un corretto dimensionamento degli interventi di mitigazione richiede che l'atteggiamento di cautela e i margini di sicurezza del progettista non determinino un eccessivo sovradimensionamento delle opere di mitigazione, con conseguenti impatti indiretti legati ad esempio alla percezione visiva.

Per i paesi aderenti all'Unione Europea sono vigenti già dall'inizio degli anni '70 delle prescrizioni di omologazione che hanno obbligato i costruttori europei e gli importatori a considerare i limiti di emissione di rumore come fattore di progetto. Alla prima direttiva 70/156/CEE sono seguite successive regolamentazioni che hanno progressivamente abbassato i limiti di emissione (direttive 77/212/CEE, 84/424/CEE e 92/97/CEE) o modificato le prescrizioni tecniche del test di omologazione (Direttive 81/334/CEE, 84/372/CEE e 96/20/CEE). La Figura 1.7 visualizza la variazione dei livelli massimi ammessi dai test per i veicoli leggeri e veicoli pesanti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Senza entrare nel merito tecnico di conduzione dei test, descritti nella ISO 362, si ricorda che le misure degli autoveicoli vengono svolte in un campo prova rettilineo a 7.5 m dall'asse di passaggio del veicolo, condotto alla velocità di 50 km/ora e sottoposto a partire da 10 m prima della posizione del microfono ad una brusca accelerazione con differenti rapporti di marcia inseriti. Per i veicoli pesanti e autobus i test riguardano differenti "range" di velocità. La riduzione delle emissioni in sede di omologazione non corrispondono, purtroppo, ad una pari riduzione di emissioni autostradali e di rumorosità immessa all'interno delle fasce di pertinenza. Il confronto tra le emissioni di rumore di veicoli leggeri e di veicoli pesanti a distanza di 25 anni evidenzia infatti che per le velocità di interesse autostradale le emissioni dei veicoli leggeri non sono di fatto cambiate mentre quelle dei veicoli pesanti hanno avuto viceversa una significativa riduzione, in particolare nel campo delle velocità medio-basse (Figura 1.8).

Le motivazioni di questo "insuccesso" per i veicoli leggeri e per le condizioni di traffico autostradale sono sostanzialmente riconducibili a quattro cause:

- limiti di omologazione sono stati definiti in modo "generoso" (in accordo alle case costruttrici) e non in relazione alla migliore tecnologia disponibile;
- i cambiamenti via via introdotti nelle tecniche di misura e nelle modalità di test hanno compensato la riduzione dei valori limite;
- la differenza tra le emissioni del "veicolo medio" e le emissioni dei veicoli ai quali sono permesse emissioni più elevate sono aumentate a causa dell'aumento di larghezza dei pneumatici (+ 1 dBA), l'aumento della percentuale di penetrazione nel mercato dei veicoli diesel (+ 1 dBA), l'aumento di immatricolazioni di veicoli SUV (+ 2 dBA).
- i test di pass-by sono rappresentativi delle emissioni di un traffico accelerato / decelerato a bassa velocità (condizioni urbane) che, come noto, sono principalmente determinate dal motore/scappamento e meno dal rotolamento.

Attualmente sono in corso di preparazione in ambito ISO i nuovi metodi di prova che potranno correggere le incongruenze manifestate dall'attuale procedura. Da considerare a tal riguardo che lo stato dell'arte permetterebbe attualmente già di ridurre da 74 dBA a 71 dBA i limiti, per poi prefigurare nel medio-lungo termine il raggiungimento di 68 dBA applicando la migliore tecnologia disponibile. Viceversa, per i veicoli pesanti la riduzione dei limiti di omologazione ha permesso di raggiungere risultati significativi e non sono attesi ulteriori sostanziali correzioni.

 Eurolink		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La valutazione del turn over del parco circolante permette di stimare una riduzione a lungo termine delle emissioni autoveicolari compresa tra 1.5-2 dBA, non considerate per prudenza nelle stime previsionali ma che possono verosimilmente essere intese a compensazioni di eventuali esuberi post mitigazione, all'interno o all'esterno della fascia di pertinenza, in corrispondenza dei ricettori.

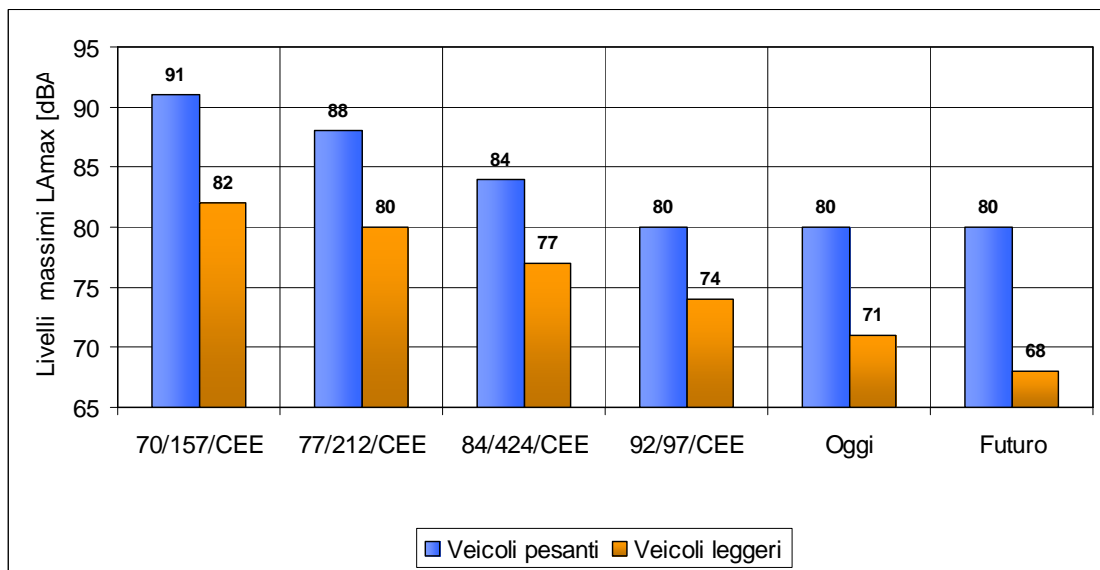


Figura 1.7 Evoluzione storica e tendenze di medio termine

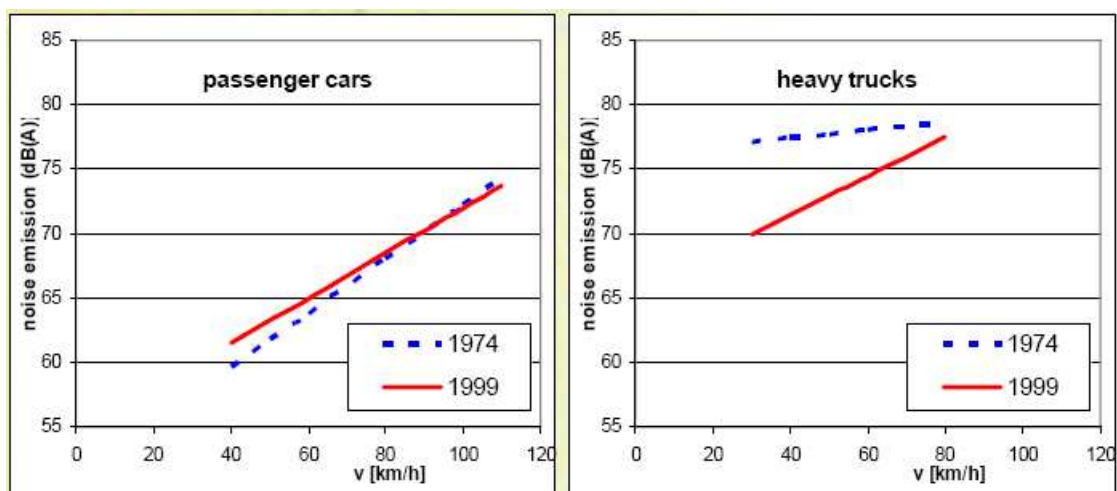


Figura 1.8 Emissioni di rumore in funzione della velocità, veicoli leggeri e pesanti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

1.6 Emissioni dagli Imbocchi delle gallerie

Dal punto di vista teorico una galleria può essere considerata come un condotto acustico entro il quale il suono non si propaga con onde piane a condizione che la lunghezza della galleria risulti maggiore della lunghezza d'onda del suono emesso dalle sorgenti in transito. Considerando ad esempio lo spettro di emissione medio del rumore da traffico è possibile verificare che questa condizione è in pratica sempre soddisfatta se la galleria ha sviluppo longitudinale maggiore di 50 m.

L'energia sonora che raggiunge la bocca della galleria, assumendo in prima approssimazione nullo o trascurabile l'assorbimento entro la galleria, è uguale alla metà dell'energia sonora emessa all'interno dai veicoli. L'energia sonora che raggiunge la bocca della galleria, per il fatto che il rapporto tra perimetro della bocca e lunghezza d'onda del suono è di diverse unità, si propaga totalmente all'esterno in quanto l'impedenza di radiazione della bocca ha reattanza nulla e resistenza prossima a quella dello spazio libero.

Se sono verificate le ipotesi precedentemente indicate, come accade nelle gallerie in progetto, la sezione terminale della galleria può essere considerata come una sorgente di rumore concentrata e fissa, di tipo puntuale o superficiale, con un livello di potenza sonora dipendente dalla superficie assorbente equivalente della galleria, dalla superficie della sezione terminale e dalla potenza sonora emessa dal traffico in transito per unità di lunghezza.

Evidenze sperimentali tratte da casi analoghi documentano che l'impatto sonoro ha un ambito spaziale di diffusione esteso radialmente per un massimo di 100 m dall'imbocco e che sono possibili incrementi di livello sonoro di 5-6 dBA nel campo vicino e di 3 dBA a distanze superiori a 25 m. In termini uditivi l'ambito entro cui manifesta l'effetto sonoro degli imbocchi delle gallerie è molto più esteso.

Questi effetti, significativi per il tracciato in progetto, sono stati considerati in sede previsionale e nelle fasi di progettazione degli interventi di mitigazione acustica, al fine di migliorare l'inserimento della traccia sonora sul territorio.

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 Previsione di rumore sui ricettori e mappatura acustica

2.1 Ambito di mappatura

Lo studio acustico in oggetto esamina un ambito spaziale esteso per almeno 1000 m dal ciglio esterno del tracciato stradale o dal binario della linea ferroviaria fuori terra in progetto e caratterizzato da una ampiezza complessiva minima 2 km in prossimità dell'opera di attraversamento. Ciò permette di verificare le alterazioni di clima acustico anche a distanze molto superiori a quelle richieste dalla normativa (250-500 m) e di dare evidenza della sovrapposizione degli effetti anche nei tratti in cui le due infrastrutture si allontanano.

All'interno di questo corridoio sono stati svolti specifici sopralluoghi finalizzati a verificare lo stato fisico dei luoghi (morfologia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali, ecc.), le sorgenti di rumore e i caratteri tipici del paesaggio sonoro.

Il censimento dei ricettori rappresenta una attività svolta nel corso del P.D. e confluita nello studio acustico. In analogia, anche il reperimento e la mosaicatura dei Piani Regolatori Comunali (PRG) vigenti, delle classificazioni acustiche comunali adottate dai Comuni territorialmente interessati dal progetto e delle aree naturali vincolate costituiscono fasi di attività specialistica svolte nel P.D. i cui risultati sono stati trasferiti come base informativa allo studio acustico dei cantieri. L'insieme delle informazioni recepite ha permesso di verificare la futura evoluzione del sistema ricettore e degli obiettivi di tutela sonora del territorio.

2.2 Il modello geometrico

Il modello geometrico tridimensionale utilizzato è stato costruito partendo dalla cartografia disponibile e dagli elaborati di progetto dell'infrastruttura stradale, convertiti in coordinate Ponte.

Gli ostacoli come terrapieni, cavalcavia, svincoli od ondulazioni del terreno sono stati inclusi nel modello geometrico.

Gli edifici sono stati disegnati partendo dalle polilinee del loro contorno geometrico in pianta ed appoggiati alla ricostruzione della geometria del terreno ad una quota pari a quella del terreno in quel punto. L'altezza degli edifici è stata inserita considerando l'altezza fornita dal rilievo.

I viadotti, nel modello Soundplan, possono essere definiti solo nel modulo dedicato alla

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

caratterizzazione delle sorgenti. Ai viadotti è stato attribuito uno spessore dell'impalcato ed una larghezza pari alle loro reali dimensioni.

2.3 Caratteristiche di impedenza dei materiali

Per quanto riguarda i coefficienti di assorbimento dei materiali:

- a tutte le strade è stato assegnato il coefficiente previsto dal modello per l'asfalto liscio; fanno eccezione le strade in cui è prevista la stesura di asfalto drenante fonoassorbente, a cui è stato attribuito un coefficiente correttivo della sorgente emissiva pari a 3 dB;
- a tutti gli edifici è stato assegnato un valore medio di perdita per riflessione pari a 1 dB al fine di considerare la presenza di facciate generalmente lisce, che utilizzano anche materiali parzialmente fonoassorbenti (intonaco grossolano, rivestimenti in lastre di cemento, ecc.) e di balconi;
- coefficiente di assorbimento copertura terreno: è stato assegnato un coefficiente G variabile tra 0 (terreno liscio fortemente riflettente) e 1 (terreno frastagliato, ricoperto di vegetazione e fortemente assorbente). Tale attribuzione è stata fatta in base alla mappatura Corine Land Cover.

2.4 Dati meteorologici di progetto

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area di studio interessata dal tracciato autostradale sono stati utilizzati i dati forniti dal modello LAMA prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell) in corrispondenza di una griglia di punti equispaziati. In corrispondenza di ogni nodo vengono forniti su base oraria i valori di temperatura, direzione del vento, velocità del vento, copertura nuvolosa totale, radiazione visibile netta, radiazione infrarossa netta, flusso di calore latente, flusso di calore sensibile, la lunghezza Monin-Obukov, la classe di stabilità atmosferica, la velocità d'attrito e, infine, l'altezza di rimescolamento.

L'individuazione delle ore in cui si verificano le condizioni favorevoli alla propagazione è stata effettuata applicando il metodo ripreso dalla pubblicazione "Work Package 3.1.1: Road Traffic Noise – Description of the calculation method".

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La mappatura delle percentuali di condizioni favorevoli alla propagazione del rumore in periodo diurno e notturno è contenuta nella tavola grafica in scala 1:50000:

CG0700	A	E2	D	S	I7	00	RM	00	00	00	01
--------	---	----	---	---	----	----	----	----	----	----	----

2.5 Traffico di progetto

Lo scenario di progetto all'anno 2036 ha assunto un traffico giornaliero medio TGM di 20129 veicoli totali, di cui 14326 veicoli leggeri e 5803 veicoli pesanti. In particolare, per quel riguarda la ripartizione diurno/notturno:

- 12893 veicoli leggeri e 4991 veicoli pesanti nel periodo di riferimento diurno, pari rispettivamente al 90% del TGM leggeri e 86% del TGM pesanti;
- 1433 veicoli leggeri e 812 veicoli pesanti nel periodo di riferimento notturno, pari rispettivamente al 10% del TGM leggeri e 14% del TGM pesanti.

Per quel che riguarda i valori di TGM nelle diverse direzioni e rampe, sono state utilizzate le seguenti ripartizioni:

- Direzione Messina: 50% del TGM complessivo
- Direzione Reggio Calabria: 50% del TGM complessivo

In merito al volume di traffico in ingresso/uscita dagli svincoli si è ipotizzato un traffico bilanciato in ingresso/uscita dagli svincoli pari al 40% del TGM passante.

2.6 Localizzazione dei punti di calcolo

I punti di verifica acustica sono stati posizionati su ogni facciata dell'edificio e ad ogni piano cui è stata assegnata un'altezza standard pari a 3 m. Il primo punto di calcolo è ad una altezza pari a 1.5 m dal piano campagna e poi ogni 3 m di altezza dell'edificio. Le previsioni acustiche sono state effettuate su tutti i punti così definiti per il periodo diurno e notturno, ad 1 metro di distanza dalla

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

facciata, considerando anche il contributo dato dalla riflessione sulla facciata stessa.

Le valutazioni in corrispondenza delle aree di espansione e delle aree SIC di Pantano Piccolo e Pantano Grande si sono basate sulle mappe di rumore a 4 m di altezza dal p.c.

2.7 Specifiche di calcolo

I calcoli acustici con il modello previsionale Soundplan sono stati svolti utilizzando i seguenti parametri:

- Riflessioni: vengono considerate, quando richiesto dai calcoli, riflessioni del 2° ordine sulle superfici riflettenti.
- Raggio di ricerca delle sorgenti: 1000 m.
- Angolo di ricerca delle sorgenti: 360°.
- Incremento angolare: 1°.
- Diffrazione: è abilitata l'opzione che tiene conto della diffrazione laterale.
- Calcolo di mappe isofoniche in pianta: maglia quadrata a passo 15x15 m in presenza di ostacoli, 60x60 m in campo libero del metodo di calcolo grid noise map.
- Condizioni meteo: definite dalle rose di propagazioni locali.

2.8 Scenari simulati

Sono stati simulati due scenari previsionali:

- Scenario di impatto post operam: considera le infrastrutture stradali inserite nel territorio, secondo le caratteristiche planoaltimetriche fornite dal progetto stradale e le condizioni di traffico di progetto al 2036.
- Scenario di impatto post operam con mitigazioni: riproduce lo scenario di impatto post operam considerando tutti gli interventi di mitigazione (attivi e passivi) previsti, quali la pavimentazione fonoassorbente, barriere antirumore, dune antirumore, fonoassorbimento localizzato nelle aree di imbocco delle gallerie, ecc.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

2.9 Analisi di concorsualità

2.9.1 Presupposti di riferimento

La progettazione degli interventi di mitigazione di nuove infrastrutture di trasporto, o il risanamento di tracciati esistenti, deve essere basato sulla preventiva definizione e mappatura dei limiti di rumorosità applicabili al territorio dai quali derivano gli obiettivi di mitigazione assunti come riferimento dal progetto acustico.

La corretta applicazione della normativa nazionale sul rumore impone di considerare, in fase di definizione degli obiettivi di mitigazione, tre riferimenti:

- DPCM 14/11/1997, per quanto riguarda la classificazione acustica attuata dai Comuni territorialmente interessati dall'ambito di studio.
- DPR142/2004 e DPR459/1998 per quanto riguarda le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare e ferroviario a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (fasce di pertinenza, limiti di immissione.)
- DM 29.11.2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" per quanto riguarda le modalità di risanamento e la considerazione della concorsualità tra infrastrutture esistenti.

La mappatura dei limiti di rumorosità del territorio rappresenta lo strumento principe per visualizzare in modo sovrapposto sullo stesso "layer" le volontà di pianificazione acustica del territorio espresse alla scala locale dalle amministrazioni comunali e le volontà espresse dalle politiche di indirizzo nazionale. Questa mappatura deve essere realizzata in scala 1:10.000 in fase di PP e 1:5000 in fase di PE all'interno di un ambito spaziale di 500 m per lato dalle infrastrutture . Vengono nel seguito riportati gli obiettivi di protezione acustica del territorio in funzione della distanza dei ricettori dai tracciati delle infrastrutture.

2.9.1.1 Ricettori fuori fascia di pertinenza

Esternamente alle fasce di pertinenza individuate dal DPR 142/2004 e DPR 459/1998, sono applicabili i limiti di zona associati alle classificazione acustica comunale. Gli interventi di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

mitigazione devono tendere al raggiungimento dei limiti di emissione al fine di concedere al territorio una capacità di carico residua rispetto ai limiti assoluti di immissione.

La notevole distanza dalle infrastrutture rende di fatto poco praticabile, per motivi di carattere tecnico, economico e ambientale, un intervento di mitigazione destinato in modo esclusivo ai ricettori fuori fascia.

I ricettori sensibili fuori fascia, entro una distanza massima di 500 m dal tracciato, rappresentano dei punti di attenzione rispetto ai quali il progetto acustico pone le massime attenzioni al fine di perseguire il rispetto dei valori limite diurni e/o notturni..

Nel caso di ricettori fuori fascia di pertinenza dell'infrastruttura stradale o ferroviaria in progetto occorre tener presente che non devono essere considerate eventuali infrastrutture rispetto alle quali il ricettore ricade all'interno delle rispettive fasce di pertinenza. Tale assunzione deriva da quanto riportato nell'Art. 3 del DPCM 14.11.1997 in cui si dice che "per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, ... i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate nei relativi decreti attuativi. All'esterno di tali fasce dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione".

La concorsualità al di fuori delle fasce di pertinenza deve viceversa esaminare, qualora significative, eventuali "altre sorgenti" quali ad esempio le aree industriali. Nel caso in cui l'area industriale non è a ciclo continuo si può ragionevolmente omettere di considerare la concorsualità nel periodo notturno.

2.9.1.2 Ricettori interni alle fasce di pertinenza, in assenza di sorgenti concorsuali

Gli obiettivi di protezione acustica del territorio sono rappresentati dai valori limite di immissione indicati all'interno delle fasce di pertinenza, per il periodo diurno e notturno, dal DPR 142/2004 e dal DPR 459/98.

In presenza di ricettori biotici e aree naturali, Zone SIC o ZPC, oasi ambientali, ecc., inseriti in aree di Classe I, gli obiettivi di mitigazione devono considerare la differente risposta uditiva delle specie biotiche presenti.

2.9.1.3 Ricettori interni alle fasce di pertinenza in presenza di sorgenti concorsuali

La verifica di concorsualità come indicata dall'Allegato 4 DM 29.11.2000 "Criterio di valutazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto" richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrica e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali. Il DPCM 29.11.2000 precisa che:

- a) Il rumore immesso nell'area in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture
- b) L'attività di risanamento è svolta dai gestori delle infrastrutture concorrenti secondo il criterio riportato nell'Allegato 4 al DPCM.

Identificazione di significatività della sorgente concorsuale

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale. La sorgente concorsuale non è significativa, e può essere pertanto trascurata, se sussistono le seguenti due condizioni:

- a) i valori della rumorosità causata dalla sorgente secondaria sono inferiori al limite di soglia, LS, dato dalla relazione $LS = L_{zona} - 10 \log_{10}(n-1)$, dove n è il numero totale di sorgenti presenti;
- b) la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB(A).

La significatività verrà sempre verificata nel periodo notturno, a meno degli edifici con condizioni di fruizione tipicamente diurna (edifici scolastici).

Operativamente si procede nel seguente modo:

- definizione dei punti di verifica acustica considerando la sorgente principale (facciate più esposte, 1 punto per ogni piano);
- svolgimento dei calcoli previsionali ante mitigazione per lo scenario di progetto, periodo diurno e notturno, previa taratura del modello di calcolo, per la sorgente principale.
- svolgimento dei calcoli previsionali per la sorgente concorsuale.

	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- associazione dei livelli di impatto delle sorgenti concorsuali al singolo punto di verifica acustica della sorgente principale;
- verifica di significatività della sorgente concorsuale in base alle condizioni a) e b) precedentemente indicate.

Alla fine di questa fase di analisi si perviene alla scomposizione dei punti di verifica acustica, e quindi dei ricettori, in due insiemi caratterizzati da concorsualità significativa o non significativa. Se la concorsualità non è significativa, si applica il limite di fascia della infrastruttura principale.

Tale approccio può essere applicato a ricettori presenti sia all'interno sia all'esterno della fascia dell'infrastruttura principale.

Definizione dei limiti di soglia

Se la sorgente concorsuale è significativa, i limiti di fascia non sono sufficienti a controllare la sovrapposizione degli effetti e devono essere definiti dei livelli di soglia. In questo modo si vincolano le sorgenti sonore esistenti o in progetto a rispettare limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il valore limite massimo previsto per l'infrastruttura in progetto o esistente..

Le nuove infrastrutture si inseriscono in sostanza in un territorio già compromesso da un punto di vista acustico e in cui i PRA possono o meno avere già avviato l'azione di contenimento del rumore.

Si identifica la seguente casistica:

- a) La nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico pari al limite proprio della nuova infrastruttura (Art. 4 DPR 142/2004 e Art. 4-5 del DPR 459/98).

In questa situazione la nuova infrastruttura potrà inserirsi nel territorio con un proprio livello sonoro che, sommandosi al livello sonoro presente nell'area, non superi complessivamente il valore limite dell'area definito dalle infrastrutture esistenti. Se i livelli sonori delle altre infrastrutture esistenti superano i valori limite deve essere prefigurata l'attuazione di un PRA che riporti i livelli di rumore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

ai limite prescritti.

b) La nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico superiore al limite proprio della nuova infrastruttura (Art. 4 DPR 142/2004 e Art. 4-5 del DPR 459/98).

In tale situazione la nuova infrastruttura potrà inserirsi nel territorio con un proprio livello sonoro che, oltre a non superare i propri limiti, ai sensi dell'Art. 4 del DPR 142/2004, sommato al livello sonoro delle altre sorgenti non superi il valore limite dell'area definito dalle infrastrutture già esistenti. Se i livelli sonori delle infrastrutture esistenti superano i valori limite, deve essere prefigurata l'attuazione di un PRA che riporti i livelli di rumore ai limite prescritti.

c) La nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico inferiore al limite proprio della nuova infrastruttura (Art. 4 DPR 142/2004 e Art. 4-5 del DPR 459/98).

In tale situazione la nuova infrastruttura potrà inserirsi nel territorio con un proprio livello sonoro che, sommato al livello sonoro relativo alle altre sorgenti, non superi il valore limite proprio dell'infrastruttura di nuova realizzazione. Se i livelli sonori delle infrastrutture esistenti superano i valori limite, deve essere prefigurata l'attuazione di un PRA che riporti i livelli di rumore ai limite prescritti.

2.9.2 Applicazione

La concorsualità è stata tenuta in conto considerando in primo luogo la sovrapposizione degli effetti tra le due infrastrutture in progetto, quella stradale caratterizzata da una fascia unica di ampiezza 250 m dal ciglio stradale e limiti 65/55 dBA, e quella ferroviaria con velocità di progetto inferiore a 200 km/h e caratterizzata da doppia fascia, fascia A estesa fino a 100 m dal binario esterno con limiti 70/60 dBA e Fascia B, estesa tra 100 e 250 m, con limiti 65/55 dBA.

Per ciascuna infrastruttura viene imposto il rispetto del valore limite proprio e controllata la sovrapposizione degli effetti al fine di garantire il rispetto del limite massimo di fascia.

Le sorgenti di rumore esistenti rispetto alle quali è stata verificata la significatività della concorsualità sono riassunte in Tabella 2.1.

 Eurolink		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

n.	Sorgente concorsuale	Fascia		Limiti dBA	
		A	B	A	B
1	Strada Panoramica	100 m	150 m	70/60	65/55
2	SP43	100 m	50 m	70/60	65/55
3	SS113dir	100 m	50 m	70/60	65/55

Tabella 2.1 Sorgenti esistenti concorsuali

2.10 Mappatura impatto acustica

Le valutazioni previsionali di impatto acustico hanno permesso la predisposizione di mappe di rumore al continuo riferite ad un piano ricevente ad altezza costante di 4 m dal piano campagna locale. Un'analisi statistica dell'altezza dell'edificato, ha evidenziato che l'altezza media all'interno dell'ambito di studio è di 2 piani. Questa considerazione avvalorata la scelta di svolgere una unica mappatura acustica a 4 m di altezza dal p.c. locale, in accordo a quanto richiesto dalla normativa di settore, e di demandare ai calcoli puntuali le verifiche agli altri piani.

In particolare sono state prodotti i seguenti elaborati grafici in scala 1:5000:

Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 1 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 31
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 2 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 32
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 3 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 33
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 4 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 34
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 5 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 34
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo diurno - Tavola 6 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 36
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 1 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 37
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 2 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 38
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 3 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 39
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 4 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 40
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 5 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 41
Tracciato stradale - Mappatura impatto periodo notturno - Tavola 6 di 6	CG0700 A E5 D S I7 00 RM 00 00 00 42

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Gli ambiti di massima interazione acustica delle opere in progetto, evidenziati dalle mappe di rumore, riguardano evidentemente le tratte in cui il tracciato stradale corre a cielo aperto:

- Ambito 1: Ganzirri/Torre Faro e Faro Superiore (Tavola 1/6);
- Ambito 2: Località Curcuraci (Tavola 2/6);
- Ambito 3: Località Pace (Tavola 3/6);
- Ambito 4: Località Annunziata (Tavola 4/6).

Nell'ambito 1 il tracciato stradale si sviluppa dall'asse Torre in viadotto alto, denominato Viadotto Pantano, che ha inizio circa 700 m dall'asse Torre per una lunghezza di circa 441 m in direzione Reggio Calabria e 458 m in direzione Messina, quindi prosegue inizialmente in rilevato e in seguito in trincea, fino ad imboccarsi al Km 2+200 nella Galleria Faro.

All'altezza del viadotto di accesso e del viadotto Pantano, i livelli di rumore stimati nel periodo notturno sono compresi tra 45-50 dBA fino a circa 400 m di distanza dal tracciato, mentre i livelli più significativi riguardano le zone in cui il tracciato è in rilevato, a ovest del cimitero. Qui si documentano livelli in periodo notturno compresi tra 60 e 65 dBA in corrispondenza delle abitazioni più vicine al tracciato, ricadenti nell'ambito di pertinenza dell'infrastruttura stradale e soggette pertanto a limiti di zona di 55 dBA in periodo notturno. L'ambito spaziale di impatto risulta invece decisamente più confinato nel tratto di trincea, per cui le abitazioni circostanti, già all'interno della fascia di pertinenza, ricadono nelle zone di rumore dei 45-50 dBA o in quelle inferiori.

All'esterno della fascia dei 250 m, i livelli di rumore sono sostanzialmente conformi ai limiti di Classe II (limiti 55/45 dBA) e classe III (limiti 60/50 dBA) previsti dalla zonizzazione acustica comunale.

Le zone SIC di Pantano Grande e Pantano Piccolo sono interessate in periodo diurno (Figura 2.1) da livelli di rumore massimi compresi tra 45-50 dBA, limitatamente alle aree più vicine al tracciato autostradale. In periodo notturno i livelli equivalenti di rumore diminuiscono di circa 5 dBA. Confrontando questi livelli di impatto con la mappatura di clima acustico si evidenzia che la situazione di rumorosità attuale, per effetto del traffico sulla viabilità locale, è significativamente più gravosa di quella futura, con livelli di rumorosità dell'ordine di 60-65 dBA a Pantano Grande e 50-55 dBA a Pantano Piccolo.

In termini assoluti l'innalzamento dei livelli di rumore di fondo nelle aree SIC dei due Pantani non determina criticità rispetto all'habitat naturale.

In località Curcuraci è previsto uno svincolo autostradale tra le gallerie Faro e Balena. L'impatto più

	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

significativo, superiore ai limiti di legge, riguarda alcuni edifici situati a ridosso del ciglio della trincea a lato della carreggiata in direzione di Reggio Calabria, caratterizzati dalla zona di rumore dei 60-65 dBA in periodo notturno. Tali edifici sono localizzati ad una quota significativamente maggiore al tracciato stradale.

Al di fuori della fascia di pertinenza stradale i livelli di impatto sono inferiori ai limiti di Classe III (60/50 dBA) della zonizzazione acustica comunale.

In località Pace l'area interessata dalla propagazione del rumore è di limitata estensione a causa del ridotto sviluppo longitudinale del tracciato fuori terra tra gli imbocchi delle gallerie Balena e Le Fosse. Si evidenzia un impatto più significativo a monte del tracciato, lato carreggiata Messina, in ragione delle quote crescenti del piano campagna. In particolare, le zone di rumore dei 60-65 dBA e, a seguire, dei 55-60 dBA interessano alcuni edifici residenziali presenti tra l'imbocco ovest della Galleria Balena e il viadotto Pace, all'interno dell'ambito di pertinenza stradale.

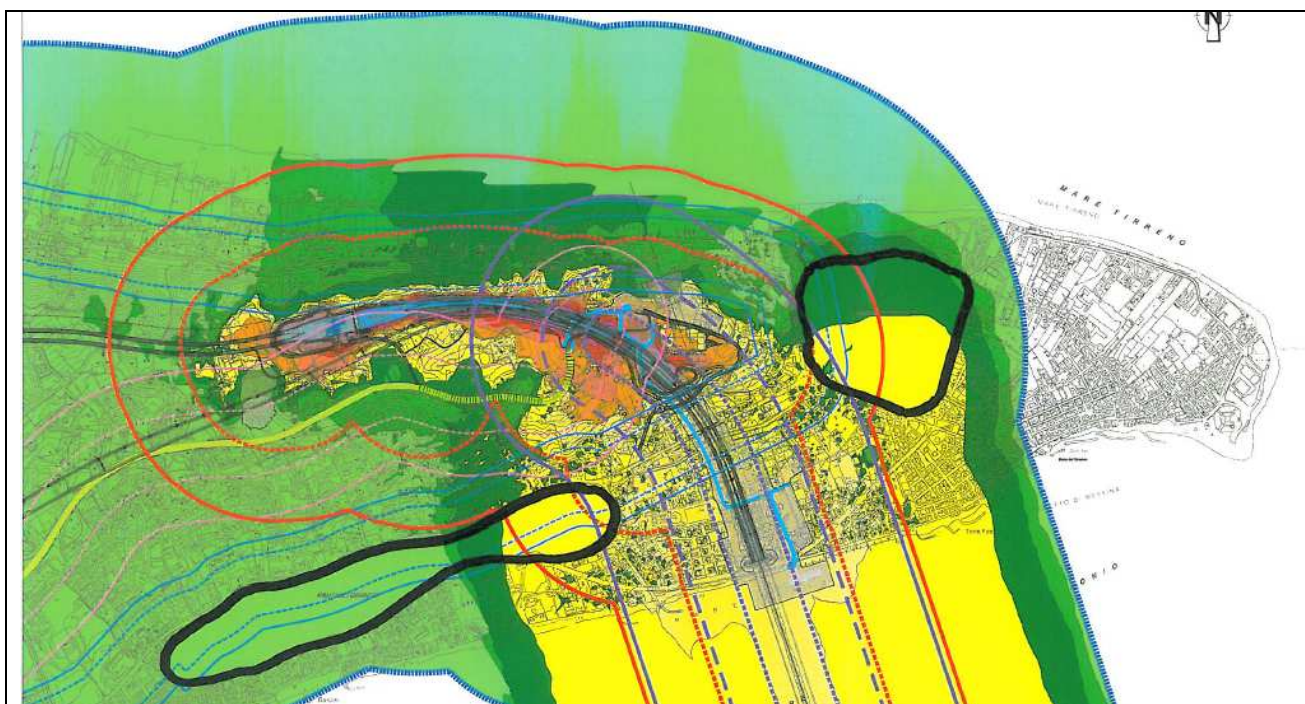


Figura 2.1 Mappa di rumore $Leq(6-22)$ a 4 m

Al di fuori della fascia di pertinenza stradale i livelli di impatto sono inferiori ai limiti di Classe III (60/50 dBA) della zonizzazione acustica comunale, che rappresenta la classe di rumore prevalente, ma anche ai limiti di classe II/I previsti limitatamente ad un ambito subito a nord della

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Strada Panoramica.

In località Annunziata il progetto contiene lo svincolo autostradale che si immette su Viale Annunziata, tra le gallerie Le Fosse e Annunziata (ex Serrazzo). Gli edifici residenziali più vicini, ricadenti all'interno dell'ambito di pertinenza autostradale, sono interessati dalle zone di rumore dei 50-55 dBA.

Al di fuori della fascia di pertinenza stradale i livelli di impatto sono inferiori ai limiti di Classe III (60/50 dBA) e Classe II (55/45 dBA) della zonizzazione acustica comunale. La zonizzazione prevede anche una vasta zona in Classe I, sede universitaria, caratterizzata da stime di livelli di impatto inferiori a 50 dBA nel periodo diurno.

La Figura 2.2, Figura 2.3, Figura 2.4 propongono alcune viste 3D delle mappe di rumore dei suddetti ambiti (h22-6).

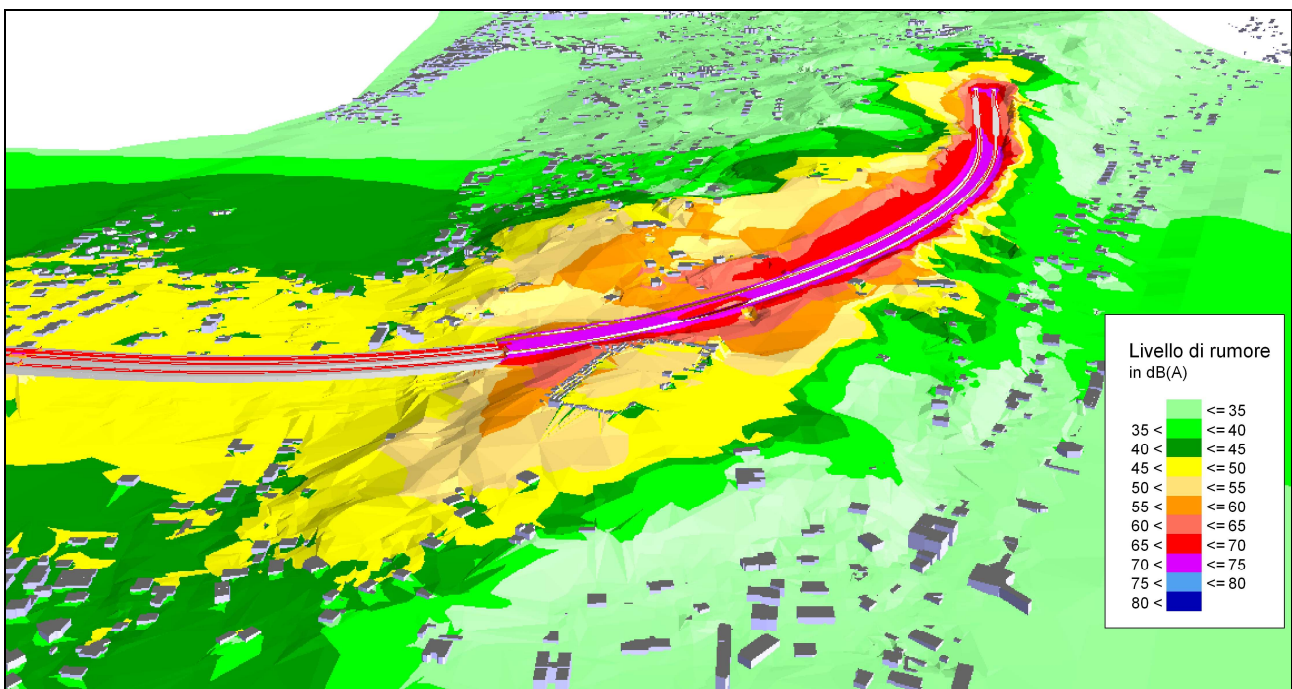


Figura 2.2 Vista 3D Località FARO

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>	
<p align="center">TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE</p>	<p><i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

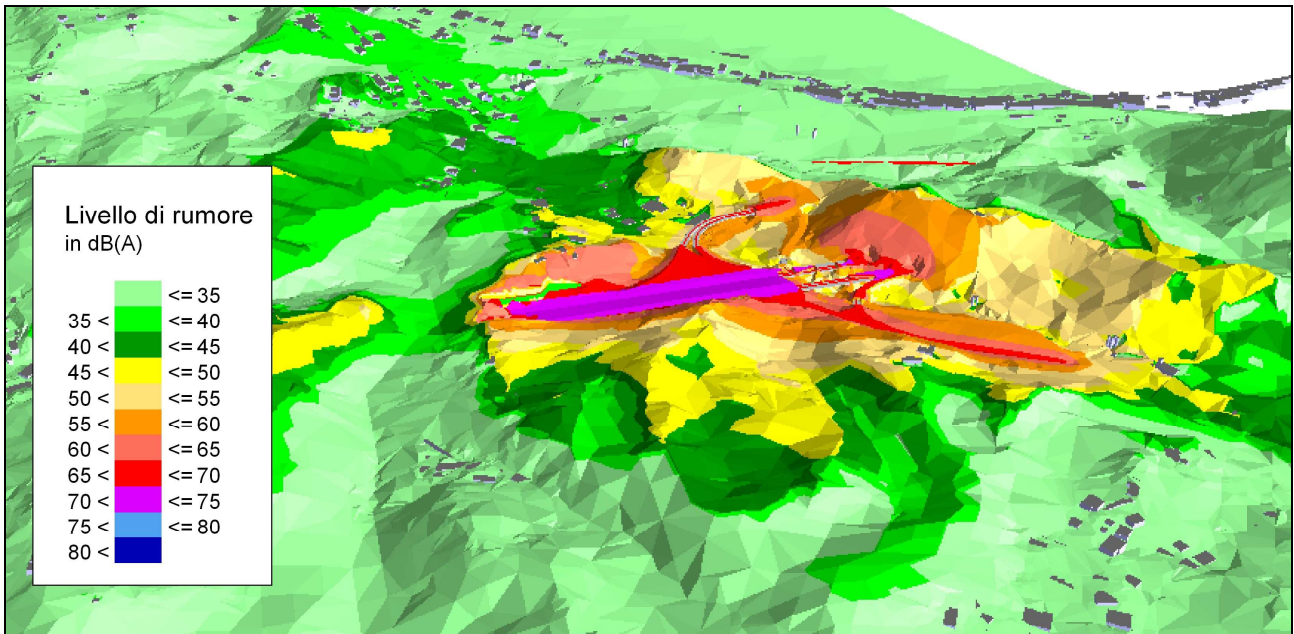


Figura 2.3 Vista 3D Località CURCURACI

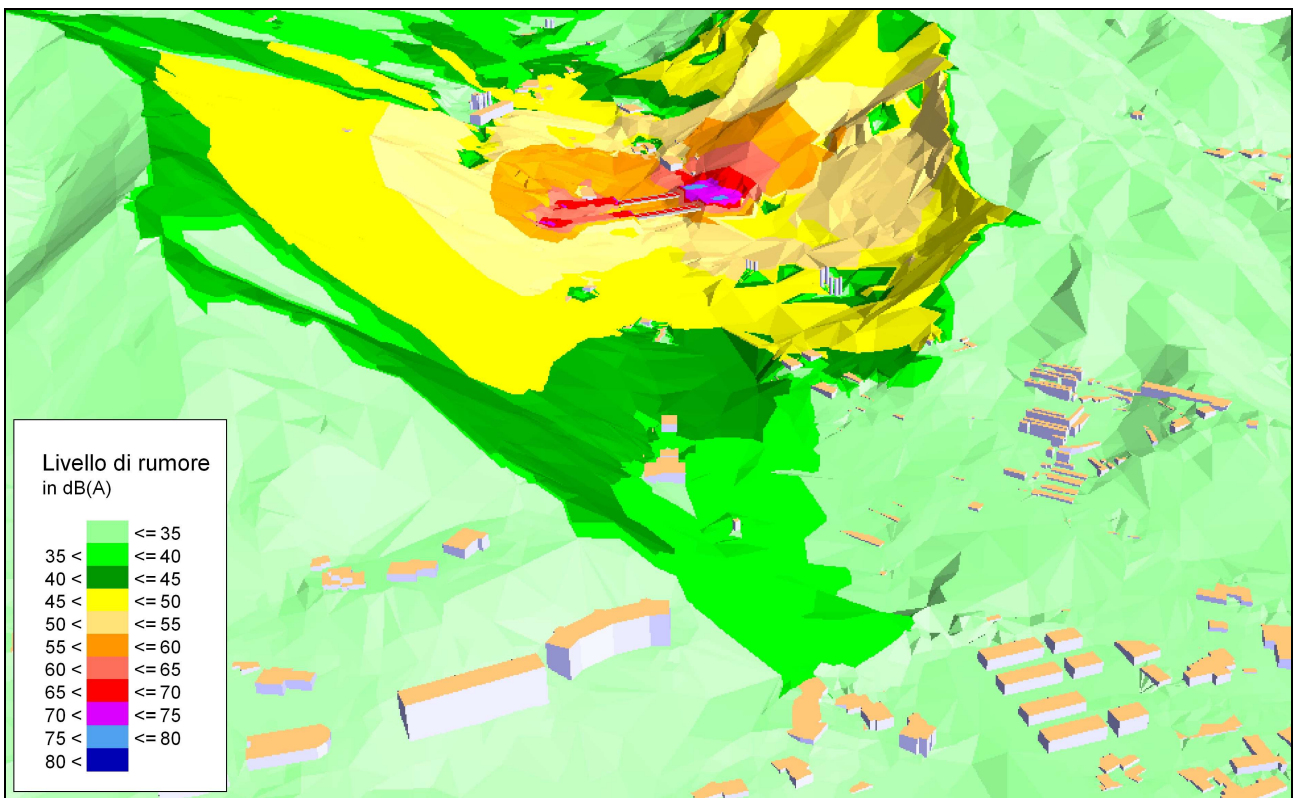


Figura 2.4 Vista 3D Località PACE

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

2.10.1.1 Verifiche di impatto sui punti di massima esposizione

I livelli di impatto sono stati calcolati e verificati anche su tutti i piani e su tutte le facciate di ciascun edificio contenuto all'interno di un ambito di 500 m dalla infrastruttura stradale di progetto, ad esclusione di quanto censito o classificato come "altro" e in generale di dimensioni superficiali inferiori a 30 mq. Inoltre non sono state considerate le facciate di lunghezza inferiore a 2 m.

Il punto di calcolo è stato posizionato a 1 m dalla facciata. Per ogni edificio è stata successivamente individuata la facciata più esposta.

I risultati dei calcoli puntuali per le facciate di massima esposizione sono confluiti in una Tabella nell'Allegato "Verifiche di calcolo puntuali" CG0700ACLDSI700RM00000001.

In particolare la Tabella contiene per ogni edificio e piano e per entrambi i periodi di riferimento i livelli di clima acustico, i livelli di impatto ante e post mitigazione, i limiti di zona o i livelli di soglia in caso di concorsualità, gli esuberi/margini e il livello in ambiente abitativo nel caso sia necessaria la verifica di fonoisolamento sul ricettore. Vengono inoltre specificate le destinazioni d'uso del ricettore e le sorgenti concorsuali eventualmente presenti. Ciascun ricettore è identificabile mediante apposito codice riportato nelle planimetrie nell'Allegato "Localizzazione, tipizzazione e denominazione dei ricettori" CG0700AP6DSI700RM00000001. E' inoltre specificata la planimetria in cui ricade il singolo ricettore.

In località Faro i livelli più significativi, superiori agli obiettivi di mitigazione, sono associati al ricettore con sigla "735" (tavoletta 5) e sono pari a 71 dBA nel periodo diurno e 65.5 dBA e dalla parte opposta in direzione Messina al ricettore ME219 (73.0/67.5 dBA al 2° piano f.t.). In corrispondenza della trincea profonda il ricettore "733" è caratterizzato da livelli di 71.0 e 65.5 dBA rispettivamente nel periodo diurno e notturno.

In località Curcuraci i livelli massimi di esposizione sono associati all'edificio "2387" (tavola 20) e sono pari a 69.0 dBA nel periodo diurno e a 64.0 dBA nel periodo notturno, segue il ricettore "2391" con livelli di 68.0 dBA nel periodo diurno e 62.5 dBA nel periodo notturno. Entrambi i ricettori ricadono nella Fascia di pertinenza autostradale e sono soggetti a limiti di 65/55 dBA.

In località Pace il ricettore più esposto è l'edificio ME3080, a 3 piani, caratterizzato da livelli diurni di 70.5 dBA e notturni di 65.5 dBA, in esubero rispetto ai limiti di fascia in entrambi i periodi di riferimento.

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.11 Progettazione interventi di mitigazione

La mappatura di impatto acustico post mitigazione rappresenta il punto di arrivo dello studio previsionale a lungo termine e la traduzione, in indicatori di rumore, degli effetti degli interventi di mitigazione sul campo sonoro generato dall'esercizio autostradale. La mappatura viene pertanto preceduta dalla progettazione degli interventi di mitigazione "attivi" e "passivi" e dall'analisi della fattibilità tecnica, acustica e paesaggistica dell'installazione. Si prevede un intervento di mitigazione realizzato contestualmente alla realizzazione della infrastruttura autostradale, e in accordo alla macro scala di priorità indicata dal DMA 29.11.2000:

- direttamente sulla sorgente rumorosa;
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- direttamente sul ricettore.

Per tutto il tracciato in progetto, con l'esclusione dell'opera di attraversamento, è stato ritenuto importante dar corso in primo luogo ad una applicazione estensiva di pavimentazioni drenanti fonoassorbenti, affiancando alcuni interventi "attivi" complementari quali l'installazione di giunti silenti nei viadotti.

Gli interventi sulla via di propagazione del rumore sono stati spinti sino ad un punto di ragionevolezza tecnica ed economica, non dimenticando le problematiche di installazione, le problematiche legate alla sicurezza, le implicazioni di ordine paesaggistico e i margini di affinamento del quadro previsionale che potranno confluire nel progetto esecutivo.

Le barriere antirumore sono state prioritariamente dimensionate a protezione dei ricettori residenziali e dei ricettori sensibili. Ciò non toglie che nelle aree in cui l'urbanizzazione è mista il dimensionamento protegga anche edifici caratterizzati da fruizioni non residenziali. Per l'ottimizzazione del dimensionamento delle barriere antirumore sono stati presi in considerazione i seguenti criteri:

- altezza e tipologia di intervento da definire localmente in relazione ai vincoli di natura tecnica, alla fattibilità acustica nel perseguimento degli obiettivi di mitigazione e all'impatto paesaggistico;
- mitigazione con barriere di tutti i ricettori residenziali all'interno dei 250 m, a meno di casi di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

comprovata inefficacia acustica dell'intervento. Nel caso in cui l'intervento non risulti esaustivo nel conseguimento dei limiti normativi potranno essere previste delle verifiche sui ricettori;

- mitigazione con barriere dei principali nuclei residenziali che accolgono ricettori sensibili all'interno di 500 m dal tracciato;
- mitigazione con barriere delle principali aree di espansione o completamento residenziale.

Eventuali esuberanti rispetto ai livelli di soglia o ai limiti di immissione diurno o notturno devono essere letti con la consapevolezza che lo scenario futuro è stato definito, in termini prudenziali, non considerando la progressiva riduzione delle emissioni del parco circolante attuale

2.11.1 Pavimentazione stradale fonoassorbente

Le strategie di ricerca europee per un'Europa più silenziosa sono, attualmente, fortemente concentrate sulla possibilità di ridurre considerevolmente il rumore da rotolamento che rappresenta la componente dominante di emissione.

L'azione è indirizzata da un lato al miglioramento prestazionale delle pavimentazioni stradali e, dall'altro, all'ottimizzazione acustica degli pneumatici al fine di modificare lo spettro di emissione.

La sperimentazione sulle pavimentazioni in atto in Europa è disomogenea perché tende a privilegiare da parte dei singoli Stati l'esperienza maturata in passato su specifici settori di produzione dei conglomerati bituminosi, anche in relazione alle differenti esigenze poste dalle condizioni climatiche. In alcuni paesi sono in corso verifiche su pavimentazioni porose mentre in altri l'attenzione è stata concentrata sulle pavimentazioni poroelastiche.

Parlando di nuove tecnologie per le pavimentazioni stradali ci si riferisce tuttavia sempre a tecniche che hanno a che fare con i bitumi modificati. Il conglomerato drenante si propone come una tappa fondamentale nel cammino verso la soluzione dei problemi di sicurezza, di comfort di guida in caso di pioggia e per la riduzione dell'inquinamento acustico, anche se non può e non deve essere considerato l'unica soluzione nei tempi medio lunghi.

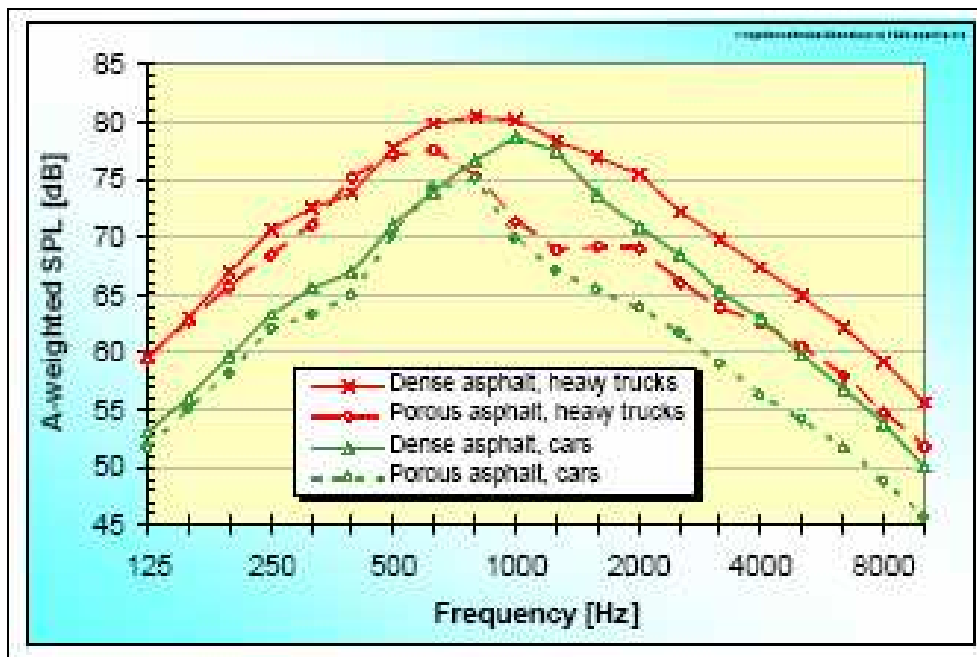
L'intervento sulle pavimentazioni è, infatti, caratterizzato dal sostanziale vantaggio di non essere definitivo ma di richiedere, al termine della vita utile dell'ordine di 4–7 anni, la sostituzione. E' quindi possibile prevedere l'introduzione, in tempi successivi alla prima posa, di pavimentazioni di nuova generazione o più performanti, nel frattempo passate dalla fase di sperimentazione alla fase

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

applicativa corrente.

Caratteristica principale della pavimentazione drenante è la capacità di modificare il timbro del rumore, spostando i massimi dello spettro verso le basse frequenze e impoverendo l'emissione di frequenze medio-alte (Figura 2.5). Da notare a tal riguardo che i limiti di rumorosità sono espressi dalla normativa nazionale in dB(A) e che sulla scala di pesatura "A" le basse frequenze sono avvantaggiate.

Dalle esperienze europee si può evincere che l'obiettivo di breve periodo per le pavimentazioni stradali viene individuato in una riduzione di 4 dB(A) medi sul tempo di vita della pavimentazione. Per le pavimentazioni innovative, attualmente non ancora passate dalla fase sperimentale alla fase applicativa corrente, sono attese riduzioni medie sul tempo di vita della pavimentazione di 6 dB(A).



	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

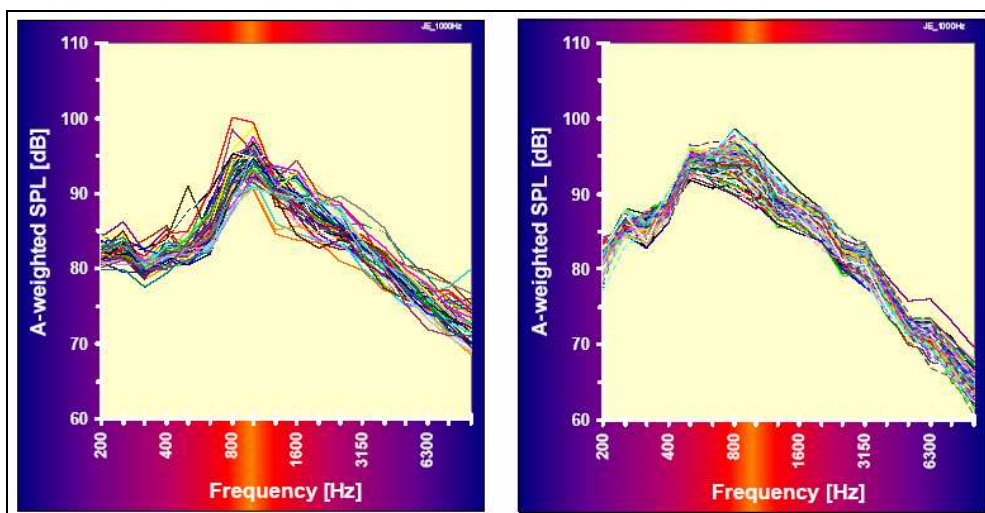


Figura 2.5 Spettri di rumore per veicoli leggeri e pesanti su pavimentazioni in asfalto tradizionale (sx) e drenante (dx)

Le aree di ricerca che si stanno percorrendo riguardano il miglioramento delle superfici porose, l'applicazione di asfalti a doppio strato, il miglioramento delle superfici non porose e, infine, l'applicazione di pavimentazioni di terza generazione definite "silent roads".

È importante sottolineare che la qualità dei manti drenanti dipende dalla presenza dei vuoti: la vita utile del manto stradale è quindi associata al persistere, nella struttura stessa della pavimentazione, di una certa percentuale di vuoti intercomunicanti.

Il traffico, le polveri ed ogni altro tipo di materiale che si posa sulla superficie del manto può ridurre o eliminare quasi totalmente la porosità. Questo fenomeno, definito di "colmatazione", determina una graduale riduzione delle proprietà drenanti/fonoassorbenti e può in casi limite annullare tutti i vantaggi descritti. La letteratura scientifica e le evidenze sperimentali documentano riduzioni generalmente comprese tra 1 – 2 dB(A) dopo 3–4 anni.

Lo scenario previsionale di lungo periodo 2036 affida alle pavimentazioni drenanti una riduzione generalizzata di 3 dBA dei livelli di rumore a vantaggio di tutto il sistema ricettore, residenziale e non residenziale, presente lungo il corridoio autostradale, con l'esclusione del ponte dove verranno utilizzate pavimentazioni speciali non fonoassorbenti. Questa assunzione è prudente rispetto alle prestazioni medie ottenibili nel corso della vita della pavimentazione. Il fenomeno di degrado delle caratteristiche drenanti, e di conseguente riduzione delle caratteristiche fonoassorbenti, può essere monitorato con misure annuali di permeabilità.

La Tabella 2.2 riporta i valori tipici di fonoassorbimento delle pavimentazioni stradali

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

fonoassorbenti.

Incidenza normale ($\theta = 90^\circ$)				Incidenza radente ($\theta = 30^\circ$)			
Hz	400-630	800-1600	2000-2500	Hz	400-630	800-1600	2000-2500
$\alpha_s >$	0.10	0.30	0.50	$\alpha_s >$	0.25	0.50	0.25

Tabella 2.2 Coefficienti di fonoassorbimento pavimentazioni stradali antirumore

2.11.2 Giunti silenziosi

Le misure di rumore svolte su viadotti autostradali testimoniano che una corretta scelta del giunto permette di garantire una sostanziale riduzione delle emissioni di carattere impulsivo originate dall'impatto del pneumatico sul giunto. I giunti a tampone polimerico dimostrano prestazioni migliori di 1-2 dBA rispetto ai giunti in neoprene armato: la minore rumorosità del giunto a tampone deriva dal conferimento di una migliore complanarità e continuità tra pavimentazione e giunto.

I giunti a tampone polimerico sono composti da quattro parti funzionali. La prima è costituita dal sistema di supporto e di collegamento con l'impalcato in malta di legante elasto-polimerico ed inerti selezionati. Su di essa si inserisce il sistema di scorrimento che è composto da legante elasto-polimerico e da particolari fibre in gomma. Tra le due componenti si inserisce il sistema poliuretano (rivestito sulla parte inferiore e superiore con tessuto non tessuto) con lo scopo di costruire un "materassino" di interconnessione elastica tra il sistema di supporto e collegamento ed il sistema elastopolimerico di scorrimento. Infine è previsto un sistema di drenaggio delle acque di sottopavimentazione per evitare deleterie azioni di "pompaggio" sotto traffico dell'acqua.

Tali giunti vengono posti in opera a pavimentazione finita attraverso l'asportazione della pavimentazione a cavallo del giunto, il getto e la stesa della malta elasto-polimerica, la posa del materasso preformato intermedio a base poliuretano e infine la stesa, a superamento totale del varco e sino a complanarità delle pavimentazioni contigue, del sistema elasto-polimerico di movimento.

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2.11.3 Barriere antirumore

La progettazione acustica delle barriere antirumore ha permesso di definire la geometria (altezza, lunghezza, superficie), localizzazione e condizioni di installazione degli interventi sulla propagazione del rumore. L'elenco delle barriere antirumore è riportato in Tabella 2.3.

L'impegno complessivo in barriere antirumore è pari a 1368 m, 230 m in carreggiata direzione Messina e 1138 m in direzione Reggio Calabria, con altezze comprese tra 3 m e 5 m. Il maggiore impegno in carreggiata direzione Messina è una diretta conseguenza della localizzazione a nord e nord-ovest del tracciato delle principali aree residenziali. Il tratto iniziale delle barriere antirumore andrà scalettato in altezza al fine di un migliore inserimento visivo del manufatto sia rispetto ai viaggiatori sia ai ricettori.

I requisiti prestazionali acustici e non acustici da soddisfare sono indicati dalle norme UNI EN 1793-1,2 e UNI EN 1794-1,2: le prove del potere fonoisolante R devono essere eseguite secondo la norma EN 1793-2 e l'indice di valutazione del potere fonoisolante DLR si ricava secondo le norme EN 1793-2 e EN 1793-3; il coefficiente di assorbimento acustico α_s deve essere certificato secondo la norma EN 1793-1 e l'indice di valutazione dell'assorbimento acustico DL_{α} si ricava secondo le norme EN 1793-1 e EN 1793-3.

La curva in frequenza dell'indice di assorbimento acustico dei pannelli fonoassorbenti deve soddisfare i requisiti minimi indicati in Figura 2.6.

Considerando la normativa vigente e lo stato dei luoghi, il progetto acustico suggerisce che i materiali da utilizzare per la realizzazione delle barriere antirumore abbiano i seguenti requisiti prestazionali minimi:

- pannelli trasparenti fonoriflettenti in vetro stratificato/PMMA, categoria di isolamento B2, DLR 15-24 dB;
- pannelli opachi fonoassorbenti (in calcestruzzo, metallo, legno cemento o altro materiale scelto dai progettisti del paesaggio), categoria di assorbimento A2, DL_{α} = 4-7 dB; categoria di isolamento B2, DLR 15- 24 dB.

 EuroLink		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CODICE	COMUNE	ASSE	Altezza [m]	Lunghezza [m]	pk iniz	pk fin	Tipo	Note
S-BAR01	Messina	ME	4.0	149.00	0+980	1+240	Mista	(1)(3)
S-BAR02	Messina	RC	5.0	259.00	1+000	1+143	Mista	(1)
S-BAR03	Messina	RC	5.0	69.00	1+120	1+188	Mista	(1)
S-BAR04	Messina	RC	5.0	307.50	0+780	1+120	Mista	(1)
S-BAR05	Messina	RC	3.0	70.00	0+706	0+780	Mista	(1)
S-BAR06a	Messina	RC	5.0	99.67	5+484	5+573	Mista	(1)
S-BAR06b	Messina	RC	5.0	176.29	5+561	5+737	Mista	(1)
S-BAR07	Messina	RC	5.0	34.00	5+574	5+827	Mista	(3)
S-BAR08	Messina	RC	5.0	122.60	5+608	5+716	Mista	(1)
S-BAR09	Messina	ME	5.0	23.00	7+203	7+226	Mista	(1)
S-BAR10	Messina	ME	4.0	58.00	7+226	7+284	Mista	(2)

Note:

- (1) Installazione ciglio stradale tracciato in rilevato
- (2) Installazione ciglio stradale tracciato in viadotto
- (3) Installazione su paratia/ciglio trincea

Tabella 2.3 Elenco barriere antirumore

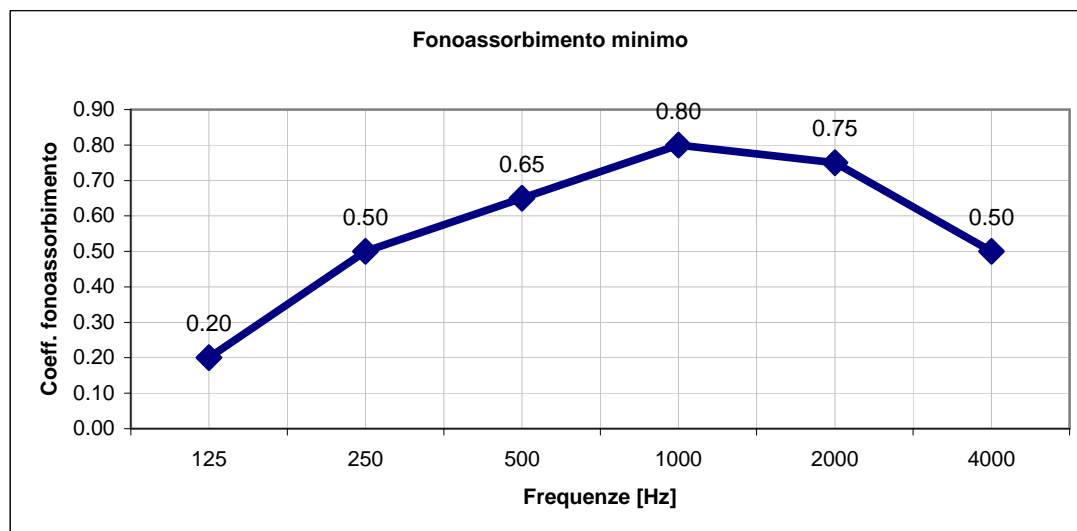


Figura 2.6 Coefficienti di fonoassorbimento minimi barriere antirumore (DMA 29.11.2000)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

2.11.4 Insonorizzazione imbocchi gallerie e muri di controripa

L'insonorizzazione degli imbocchi delle gallerie e il rivestimento dei muri di controripa in prossimità degli imbocchi rappresentano interventi "attivi" significativi in termini di riduzione dei livelli in dBA e di miglioramento degli effetti uditivi. Questi ultimi possono essere annoverati tra gli accorgimenti di "sound design" del tracciato autostradale.

Al fine di migliorare l'efficienza ambientale delle gallerie stradali e di limitare l'intrusione del rumore verso l'esterno, è previsto il silenziamento degli imbocchi di tutte le gallerie. L'intervento ha specifiche necessità di riduzione dei livelli di rumore nelle seguenti gallerie:

- Galleria Faro Superiore lato Messina;
- Galleria Balena I;
- Galleria Le Fosse lato Reggio Calabria;
- Galleria Serrazzo lato Reggio Calabria.

Negli altri casi l'intervento ha lo scopo di ridurre, in particolare nei periodi di minimo livello di rumore di fondo (in periodo notturno), il rapporto S/N del singolo transito di veicolo in uscita dalla galleria.

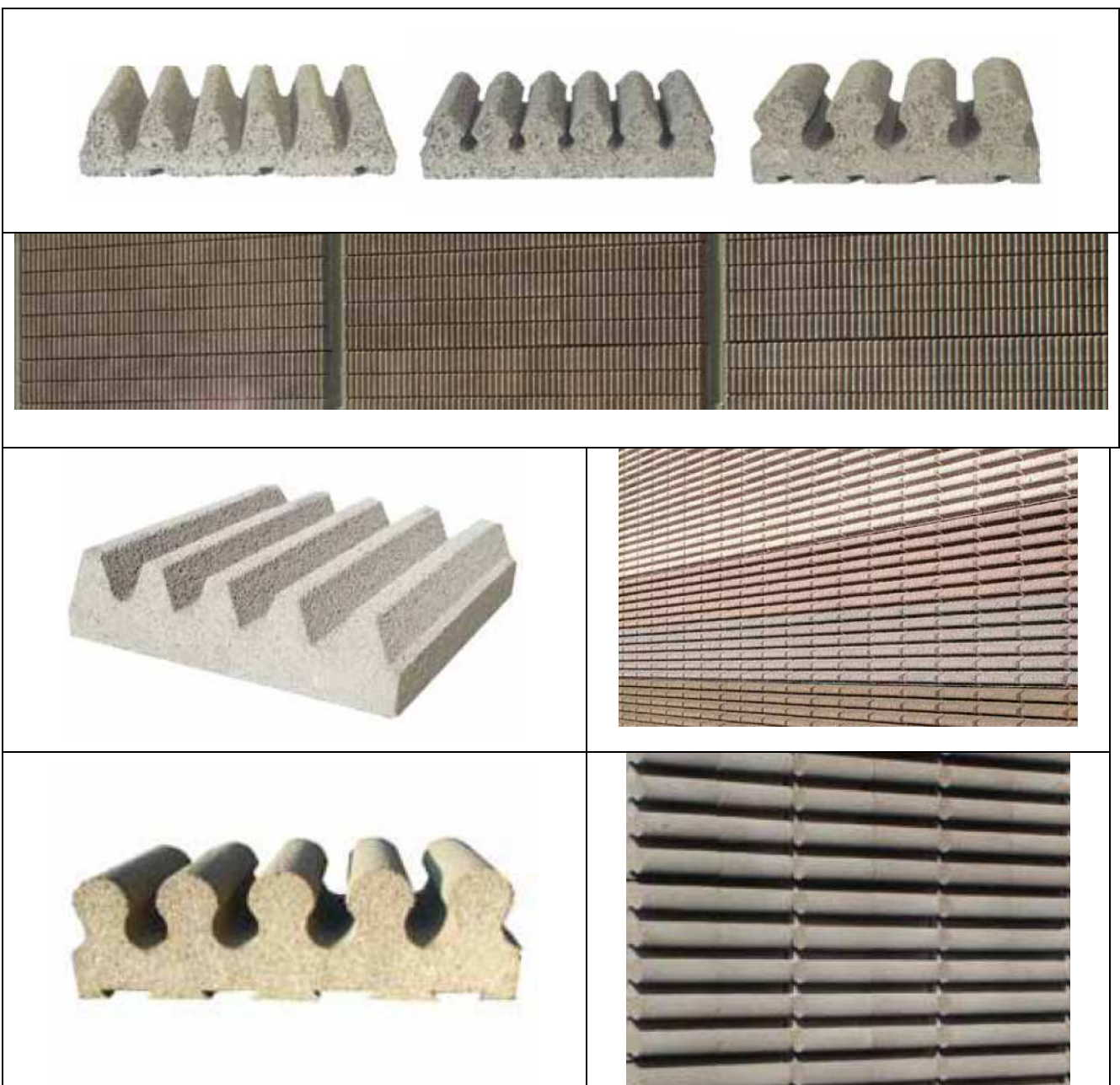
L'intervento di insonorizzazione degli imbocchi consiste nella realizzazione di un rivestimento della parte terminale della galleria con pannelli fonoassorbenti per uno sviluppo longitudinale di 25 m e altezza 3 m. L'obiettivo di mitigazione prevede la riduzione di 3 dBA dell'immissione di rumore ad un 1 m di distanza dall'imbocco del tunnel. I materiali, con caratteristiche fonoassorbenti, possono essere scelti in relazione allo spettro del rumore stradale, con particolare attenzione al campo delle frequenze medio-basse.

Il rivestimento dei muri di controripa, muri di sostegno, ecc. in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie può essere realizzato con posa di blocchi/pannelli fonoassorbenti in calcestruzzo, legno-cemento, metallo, ecc. a contatto con la struttura portante. Rispetto alle possibili soluzioni in termini di materiali, eco-compatibilità, integrazione con prodotti fotocatalitici per la riduzione dell'inquinamento atmosferico, resa visiva, ecc., nel corso del P.E. la scelta dovrà privilegiare materiali caratterizzati dalla capacità di assorbire in modo significativo l'energia acustica incidente su di essi riducendo l'energia acustica riflessa. La capacità di fonoassorbimento è valutata attraverso i coefficienti di assorbimento acustico α_s determinati secondo la metodologia ISO 354-

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>	
<p align="center">TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE</p>	<p><i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

1985, alle frequenze centrali di banda 1/3 d’ottava da 125 a 4000 Hz. Devono essere preferiti materiali con coefficiente di fonoassorbimento α_s minimo di 0.5 su tutto lo spettro del rumore stradale.

La Figura 2.7 visualizza, a titolo esemplificativo, il campo di intervento dei rivestimenti in blocchi e piastre fonoassorbenti in argilla espansa e la resa visiva ottenibile.



	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

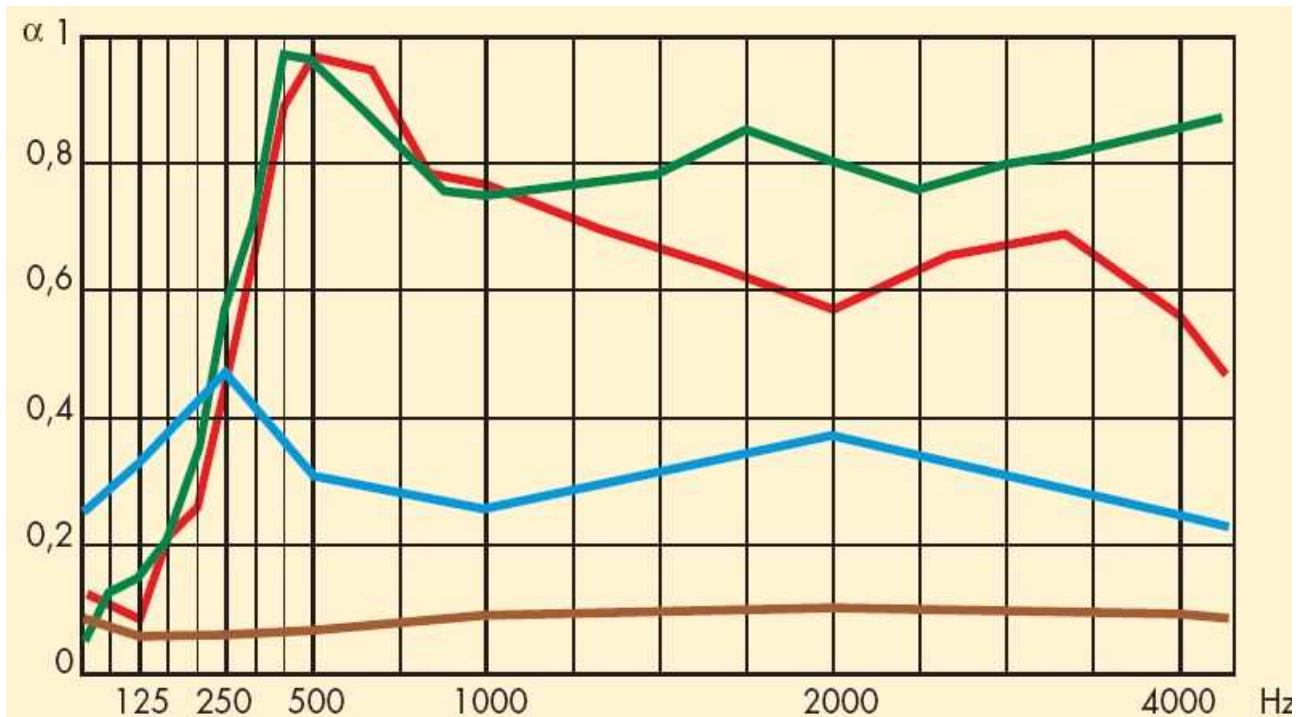


Figura 2.7

2.11.5 Interventi sui ricettori

Il DPR 142/2004 all'Art. 6 Comma 2 contempla, in analogia all'Art. 4 comma 3 del DPR 459/98 sul rumore ferroviario, la possibilità di adottare interventi diretti sul ricettore qualora i valori limite applicabili all'interno della fascia di pertinenza (limiti di immissione o livelli di soglia), o i valori limite all'esterno della fascia di pertinenza, non siano tecnicamente conseguibili. Le linee guida per la predisposizione degli interventi diretti introdotte all'Art. 7 del DPR 142/2004, demandate ad una Commissione istituita con decreto del Ministro dell'Ambiente, di concerto con i Ministro dei Trasporti e della Navigazione e della Sanità, non sono ancora state predisposte.

Gli interventi diretti devono garantire il rispetto di 40 dBA in periodo notturno nei ricettori residenziali, 45 dBA in periodo diurno negli edifici scolastici, 35 dBA in periodo notturno negli ospedali, case di cura e case di riposo. Questi interventi possono consistere in:

- sostituzioni dei serramenti esistenti;
- applicazione di doppi serramenti

	 Eurolink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- miglioramento delle prestazioni fonoisolanti degli elementi deboli di facciata (cassonetti,...)
- ecc.

Il miglioramento del fonoisolamento acustico richiede, come azione compensativa della impossibilità o limitazione nell'uso della ventilazione naturale, la predisposizione di impianti di condizionamento. E' pertanto evidente quanto questi interventi possano essere problematici richiedendo autorizzazioni alla loro realizzazione da parte della proprietà, autorizzazioni comunali, costi di manutenzione degli impianti.

Il progetto degli interventi di mitigazione ha avuto pertanto l'obiettivo prioritario di minimizzare il ricorso agli interventi diretti.

La verifica dei livelli di rumore in ambiente abitativo svolta per i pochi ricettori caratterizzati da livelli post mitigazione superiori ai limiti di legge, considerando valori di fonoisolamento di facciata estremamente prudenziali (17 dBA), ha evidenziato la presenza di un unico ricettore residenziale (sigla 773 nella tavoletta n°7) caratterizzato da un livello in ambiente abitativo superiore a 40 dBA in periodo notturno.

In corrispondenza di questo ricettore dovranno essere svolte nella fase di PE opportune verifiche e approfondimenti sperimentali sull'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, in accordo alla UNI 20001380 Acustica "Linee guida per la progettazione, la selezione, l'installazione e il collaudo dei sistemi per la mitigazione ai ricettori del rumore originato da infrastrutture di trasporto", al fine di validare o escludere la realizzazione degli interventi diretti.

2.12 Mappatura impatto acustico post operam mitigato

La riduzione del campo sonoro ottenibile dalla implementazione di tutti gli interventi di mitigazione, attivi e passivi, precedentemente indicati in accordo agli obiettivi di mitigazione espressi dalla normativa vigente, è resa in forma grafica nella mappatura di impatto acustico post operam mitigato. Le impostazioni di calcolo sono state mantenute analoghe a quelle dello scenario di post operam in assenza di mitigazioni.

I calcoli previsionali hanno permesso la predisposizione di mappe di rumore al continuo riferite ad un piano ricevente ad altezza costante di 4 m dal piano campagna locale. In particolare sono state prodotti i seguenti elaborati grafici in scala 1:5000:

 Eurolink		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO			
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE		<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 1 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	43	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 2 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	44	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 3 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	45	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 4 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	46	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 5 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	47	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 6 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	48	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo diurno - Tavola 1 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	49	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo notturno - Tavola 2 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	50	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo notturno - Tavola 3 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	51	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo notturno - Tavola 4 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	52	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo notturno - Tavola 5 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	53	A
Tracciato stradale - Mappatura impatto mitigato periodo notturno - Tavola 1 di 6	CG0700	A	E5	D	S	I7	00	RM	00	00	00	54	A

Le mappe di rumore a 4 m di altezza dal p.c. per il periodo notturno evidenziano livelli compresi tra 50 e 55 dBA o inferiori in corrispondenza dei ricettori residenziali più vicini al tracciato, ricadenti nell'ambito di pertinenza dell'infrastruttura stradale e soggette pertanto a limiti di zona di 55 dBA in periodo notturno, e una efficacia degli interventi di mitigazione dell'ordine di 10 dBA.

	 EuroLink	Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 Conclusioni

Le verifiche acustiche previsionali svolte sul progetto stradale documentano che l'impatto acustico in corrispondenza dei ricettori è superiore ai propri limiti di zona e ai livelli di soglia conseguenti alla presenza di sorgenti concorsuali esistenti, quali ad esempio la Strada Panoramica, e di sorgenti concorsuali in progetto, quale l'infrastruttura ferroviaria.

La realizzazione degli interventi di mitigazione previsti dal progetto acustico, comprensivi di pavimentazione drenante-fonoassorbente su tutto il tracciato fatta eccezione per il ponte, barriere antirumore, insonorizzazione degli imbocchi e rivestimenti con materiali fonoassorbenti dei muri di sostegno, consentirà il conseguimento degli obiettivi di mitigazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
TRACCIATO STRADALE – RELAZIONE GENERALE	<i>Codice documento</i> AS0170_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

4 Bibliografia essenziale

1. Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
2. DPR 30 Marzo 2004, n. 142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”.
3. DM 29 Novembre 2000 “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.
4. DPR 18 Novembre 1998, n. 459 “Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”.
5. Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194, GU n. 222 del 23/9/2005
6. Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 (2003/613/CE) concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.
7. SETRA-CERTU-LCPC-CSTB “NMPB-Routes-96”, 1996
8. Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prevision des Niveaux Sonores, CETUR 1980.
9. UNI11143-1 Acustica, “Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti. Parte 1: Generalità”, 2005
10. L.MINOTTI, D.SPOGLIANTI, C.A.BERTETTI, M.MASOERO, Convegno AIA “La determinazione delle condizioni favorevoli alla propagazione del rumore per il modello ad interim NMPB-ROUTES-96 – Applicazione allo studio acustico della Tangenziale Esterna di Milano”, 2010
11. EN 1793-3:1997 “Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Normalized traffic noise spectrum”.
12. EN ISO 11819-1:2001 “Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Statistical Pass-By method”.
13. IACOPONI A., DOLINICH F., La determinazione dell'anno medio meteorologico nella valutazione dell'indicatore europeo Lden, in Atti A.I.A. 2007