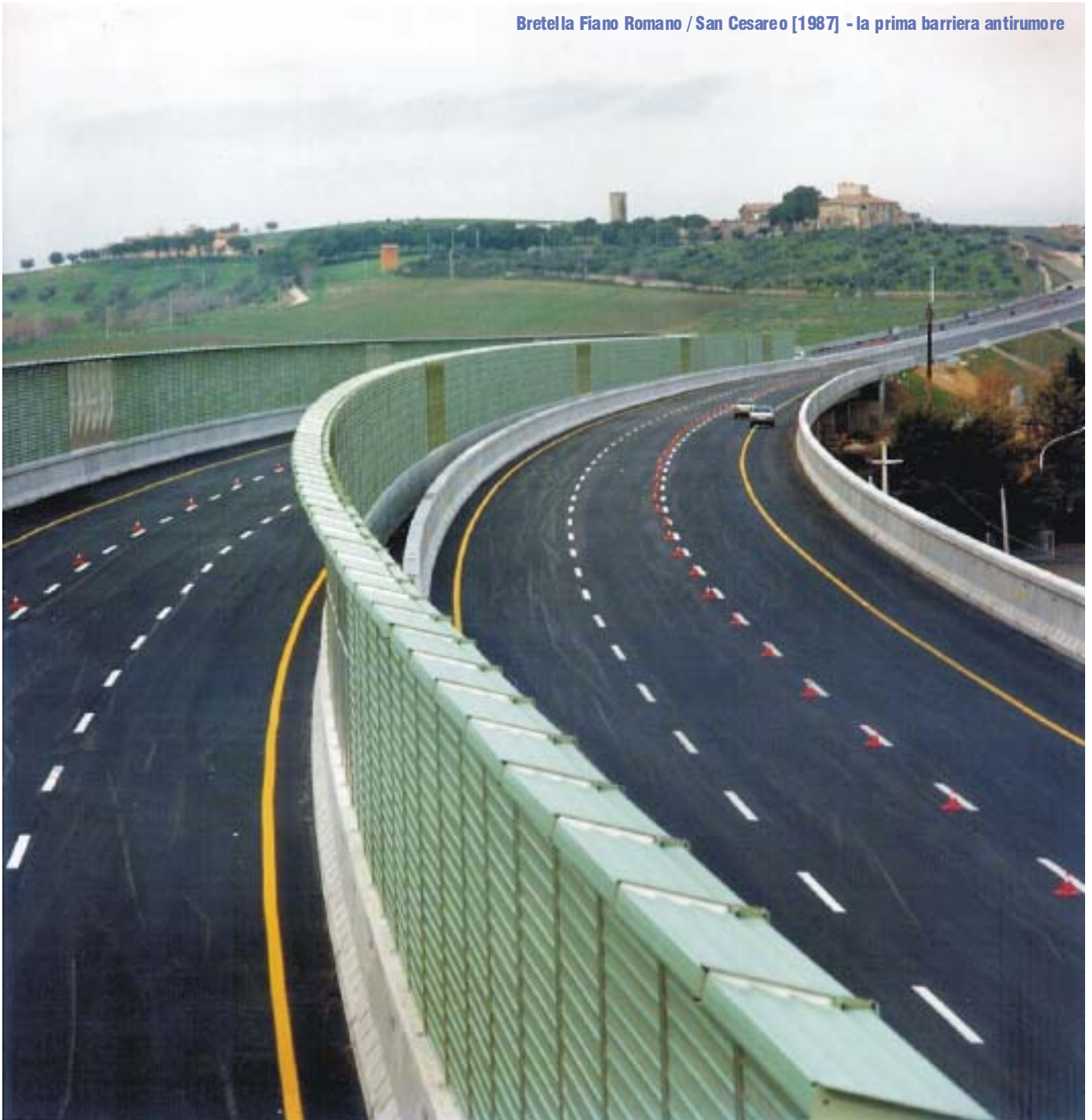


Bretella Fiano Romano / San Cesareo [1987] - la prima barriera antirumore



***Piano degli interventi di contenimento ed
abbattimento del rumore***

Decreto Ministero Ambiente 29/11/2000

Indice

1. PREMESSA
2. ANALISI DELLA NORMATIVA
3. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE AI COMUNI, REGIONI E MINISTERO DELL'AMBIENTE
 - 3.1 Appendice A – Inquadramento cartografico
 - 3.2 Appendice B – Corridoio di indagine, classificazione degli edifici e punti di misura
 - 3.3 Appendice C – Sorgenti coinvolte ed effetti concorsuali sul territorio
 - 3.4 Appendice D – Aree di criticità acustica
 - 3.5 Appendice E – Piano di risanamento
 - 3.6 Scheda di sintesi
4. CENSIMENTO DELLE AREE DI CRITICITÀ ACUSTICA
 - 4.1 Realizzazione della cartografia tridimensionale della rete autostradale
 - 4.2 Modello di simulazione acustica
 - 4.3 Campagna dei rilievi strumentali
 - 4.3.1. Emissione acustica del traffico autostradale
 - 4.3.2. Immissione in punti caratteristici
 - 4.4 Taratura e verifica del modello di simulazione acustica
 - 4.5 Analisi della conformazione della sezione e del traffico autostradali
 - 4.6 Censimento delle aree di criticità acustica
5. PIANO DEGLI INTERVENTI DI ABBATTIMENTO E CONTENIMENTO DEL RUMORE
 - 5.1 Individuazione delle aree da risanare
 - 5.2 Tipologie di intervento
 - 5.2.1 Interventi sulla sorgente
 - 5.2.2 Interventi sulle vie di propagazione
 - 5.2.3 Interventi sul ricettore
 - 5.3 Criteri di dimensionamento e pianificazione degli interventi
 - 5.4 Calcolo degli Indici di Priorità
 - 5.5 Valutazione dei costi d'intervento
 - 5.6 Verifica degli interventi
6. LA FASE ATTUATIVA DEL PIANO DEGLI INTERVENTI DI CONTENIMENTO ED ABBATTIMENTO
7. CONCLUSIONI

1. Premessa

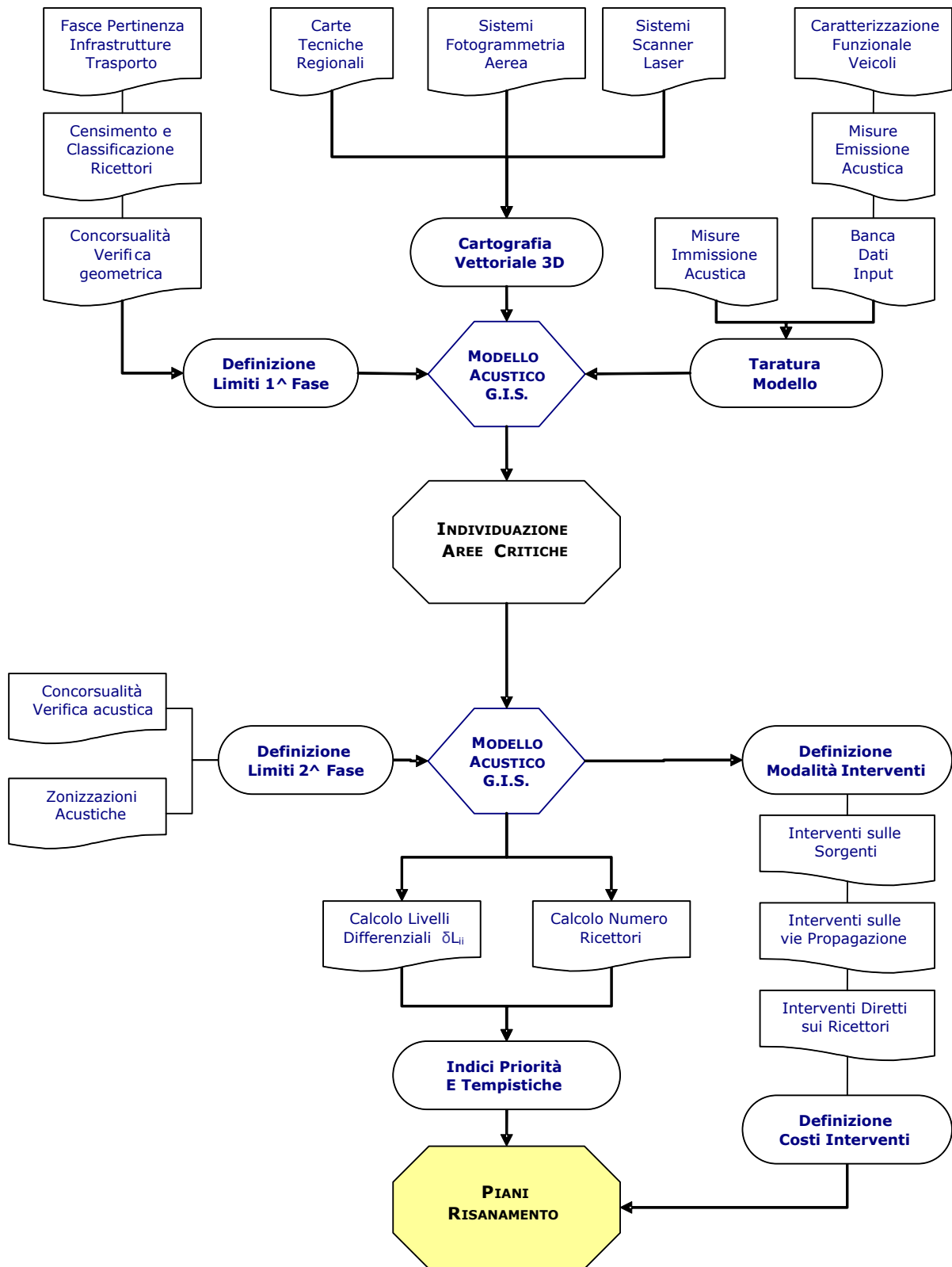
Nella presente relazione tecnica sono illustrate le attività svolte da Autostrade per l'Italia per la predisposizione del piano degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore generato dal traffico che scorre sulla propria rete. Il presente documento, assieme agli allegati grafici descritti nel capitolo 3, costituisce l'adempimento formale di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 29 novembre 2000, relativamente alla comunicazione da fornire agli enti interessati (Comuni, Regioni e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare).

Lo studio è articolato in due parti, di cui la prima è finalizzata all'individuazione delle "aree critiche", ovvero le zone dove l'inquinamento acustico provocato dal traffico autostradale supera i limiti fissati dal D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004. Nella seconda parte dello studio sono invece definiti gli interventi di mitigazione acustica e le relative priorità: tali attività costituiscono il completamento della seconda fase del piano di risanamento secondo i criteri indicati nel DMA del 29/11/2000.

Il presente documento è articolato nei seguenti punti:

- Analisi della Normativa
- Modalità di presentazione a Comuni, Regioni e Ministero dell'Ambiente
- Censimento delle Aree di Criticità Acustica
 - Cartografia della rete autostradale
 - Descrizione del modello di simulazione acustica
 - Rilievi di emissione acustica del traffico autostradale
 - Rilievi di immissione in punti caratteristici lungo la rete autostradale
 - Taratura e verifica del modello di simulazione acustica
 - Analisi della conformazione della sezione e del traffico autostradali
 - Risultati del censimento delle aree di criticità acustica
- Piano degli Interventi di Abbattimento e Contenimento del Rumore
 - Individuazione delle aree da risanare
 - Tipologie di intervento
 - Criteri di dimensionamento e pianificazione degli interventi
 - Calcolo degli Indici di Priorità
 - Valutazione dei costi d'intervento
- Conclusioni

Lo schema funzionale secondo cui sono state eseguite le attività è riportato nella seguente figura.



Il piano di risanamento acustico si riferisce all'intera rete gestita da Autostrade per l'italia (vedi figura seguente), ovvero ad oltre 2850 km di autostrade che interessano 14 regioni e 60 province, attraversando il territorio di circa 700 comuni.



La relazione è completata dai seguenti allegati:

- Appendice A - Inquadramento cartografico
- Appendice B - Corridoio di indagine, classificazione degli edifici e punti di misura
- Appendice C - Sorgenti coinvolte ed effetti concorsuali sul territorio
- Appendice D - Aree di criticità acustica
- Appendice E - Piano di risanamento
- Schede di sintesi dei dati del Piano per gli enti interessati (Comune, Regione o Ministero Ambiente)

Tutti i documenti sono riportati anche in formato elettronico nel CD-Rom allegato.

2. Analisi della normativa

I riferimenti legislativi di base sono costituiti dalla legge quadro sull'inquinamento acustico e dai successivi regolamenti e decreti applicativi. Riportiamo qui di seguito i punti salienti delle normative vigenti, limitando l'analisi a quanto di competenza di Autostrade per l'italia.

Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico (Gazzetta Ufficiale n. 254 del 30 ottobre 1995)

- le infrastrutture di trasporto stradali vengono assimilate alle sorgenti sonore fisse e per esse vengono fissati, con apposito decreto attuativo, specifici valori limite di esposizione per gli ambienti abitativi disposti entro le fasce di pertinenza dell'infrastruttura stessa;
- alle infrastrutture di trasporto non si applica il criterio del limite differenziale;
- per i servizi pubblici di trasporto essenziali (ferrovie, autostrade, aeroporti) devono essere predisposti piani pluriennali di risanamento al fine di ridurre l'emissione di rumore;
- i progetti di nuove realizzazioni, modifica o potenziamento di autostrade, strade extraurbane principali e secondarie devono essere redatti in modo da comprendere una relazione tecnica sull'impatto acustico; tali attività sono obbligatorie nel caso vi sia la richiesta dei Comuni interessati oltre che nei casi previsti dalla vigente legge n. 349 sulla valutazione dell'impatto ambientale; tali progetti dovranno essere strutturati secondo quanto prescritto dai regolamenti di esecuzione emanati dal Ministero dell'Ambiente;
- per la realizzazione degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore, gli enti proprietari o concessionari di infrastrutture autostradali sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 5% dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse. Il valore del 5% è stato successivamente elevato al 7% dalla legge finanziaria del 1999.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 – “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” (Gazzetta Ufficiale n. 280 del 1 dicembre 1997)

- viene definito il criterio per cui per le autostrade vengono fissati limiti specifici e fasce di pertinenza acustica; per i ricettori posti all'interno di tali fasce non valgono i limiti della zonizzazione acustica adottata dai comuni, mentre al di fuori di esse il rumore del traffico autostradale deve rispettare i valori di zonizzazione.

Decreto Ministero Ambiente 16 marzo 1998 – “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico” Allegato C (Gazzetta Ufficiale n. 76 del 1 aprile 1998)

- per la valutazione dell'inquinamento acustico dovuto al traffico stradale, il monitoraggio del rumore deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana, in corrispondenza della facciata più esposta al rumore. I parametri da utilizzare per la descrizione dello stato di inquinamento sono i livelli equivalenti diurni e notturni, sia giornalieri che settimanali.

Decreto Ministero Ambiente 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”(Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000)

- viene fissato il termine entro cui l'Ente proprietario o gestore dell'autostrada deve predisporre il piano di risanamento acustico della propria infrastruttura; in tale piano devono essere specificati costi, priorità e modalità di intervento (barriere, pavimentazioni, interventi diretti sui singoli ricettori, ecc.), nonché tempistiche di attuazione. Viene altresì fissato il periodo entro cui devono essere completate le opere di risanamento, ovvero 15 anni dalla data di presentazione del piano a Regioni, Comuni e Ministero dell'Ambiente;
- vengono fissati i criteri in base ai quali calcolare la priorità degli interventi, data dal numero dei ricettori esposti moltiplicato la differenza fra livelli attuali di rumore ed i limiti ammissibili;
- vengono fissati i criteri di progettazione acustica degli interventi, individuando i requisiti dei modelli previsionali utilizzabili per la simulazione acustica ed il calcolo delle barriere; vengono anche fornite indicazioni sui criteri di progettazione strutturale;
- vengono riportati i criteri per la qualificazione dei materiali e la conformità dei prodotti, facendo principalmente riferimento alle recenti norme europee sulle barriere antirumore per impieghi stradali, ovvero UNI-EN 1793 e UNI-EN 1794;
- vengono riportati i criteri secondo cui valutare la concorsualità di più sorgenti, in modo da garantire ai ricettori esposti il raggiungimento dei valori considerati come ammissibili, anche in presenza di ulteriori fonti di rumore in aggiunta all'infrastruttura autostradale.

Decreto del Presidente della Repubblica 30 Marzo 2004 - 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. (Gazzetta Ufficiale n. 127 del 1 giugno 2004)

Questo decreto completa lo scenario legislativo di settore in quanto in esso sono fissati sia i limiti di immissione acustica, differenziati a seconda della tipologia di infrastruttura stradale, sia le fasce di pertinenza, all'interno delle quali non si applicano le zonizzazioni acustiche comunali. In particolare:

- le infrastrutture stradali sono quelle definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni e vengono suddivise in:
 - A. autostrade;
 - B. strade extraurbane principali;
 - C. strade extraurbane secondarie;
 - D. strade urbane di scorrimento;
 - E. strade urbane di quartiere;
 - F. strade locali.
- le disposizioni contenute nel decreto si applicano alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti ed alle infrastrutture di nuova realizzazione;
- i valori limite di immissione devono essere verificati in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, in conformità a quanto disposto dal DMA del 16 marzo 1998 e devono essere riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali;
- per le infrastrutture di nuova costruzione il proponente dell'opera deve individuare i corridoi progettuali che possano garantire la migliore tutela dei ricettori presenti all'interno di una fascia di studio di ampiezza pari a quella di pertinenza, estesa ad una dimensione doppia in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo;
- per le infrastrutture esistenti i valori limite di immissione, devono essere conseguiti mediante l'attività pluriennale di risanamento di cui al DMA del 29 novembre 2000, con l'esclusione delle infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento, di infrastrutture esistenti e delle varianti di infrastrutture esistenti per le quali i valori limite si applicano a partire dalla data di entrata in vigore del decreto stesso, fermo restando che il relativo impegno economico per le opere di mitigazione è da computarsi nell'insieme degli interventi effettuati nell'anno di riferimento del gestore. In via prioritaria l'attività pluriennale di risanamento deve essere attuata all'interno dell'intera fascia di pertinenza acustica per quanto riguarda scuole, ospedali, case di cura e case di riposo e, per quanto riguarda tutti gli altri ricettori, all'interno della fascia più vicina all'infrastruttura. All'esterno della fascia più vicina all'infrastruttura, le rimanenti attività di risanamento dovranno essere armonizzate con i piani di risanamento predisposti dal Comune;
- per le infrastrutture esistenti i “limiti di facciata”, ovvero quelli valutati all'esterno degli edifici esposti, e le fasce di competenza sono riportati nella seguente tabella:

TABELLA 2 – STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI (ampliamento in sede, affiancamenti e varianti)

TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB[A]	Notturmo dB[A]	Diurno dB[A]	Notturmo dB[A]
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbane principali		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbane secondarie	Ca (strade a carreggiate separate)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbane di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	DB (tutte le strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbane di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane.			
F - locali		30				

*Per le scuole si applica il solo limite diurno

- nel caso che i valori limite di facciata non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti all'interno degli edifici (centro stanza, finestre chiuse):

35 dB[A] L_{Aeq} notturno per ospedali, case di cura e case di riposo

40 dB[A] L_{Aeq} notturno per tutti gli altri ricettori

45 dB[A] L_{Aeq} diurno per le scuole.

3. Modalità di presentazione ai Comuni, Regioni e Ministero dell'Ambiente

Secondo quanto specificato dal DMA 29/11/2000 il piano degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore deve contenere le seguenti informazioni:

- ❑ l'individuazione degli interventi e le relative modalità di realizzazione;
- ❑ l'indicazione delle eventuali altre infrastrutture di trasporto concorrenti all'immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti;
- ❑ l'indicazione dei tempi di esecuzione e dei costi previsti per ciascun intervento;
- ❑ il grado di priorità di esecuzione di ciascun intervento;
- ❑ le motivazioni per eventuali interventi sui ricettori.

Tutti questi dati devono essere forniti da Autostrade per l'italia al Ministero dell'Ambiente, alle Regioni ed ai Comuni interessati. Le Regioni, d'intesa con i propri Enti locali interessati dal piano, potranno poi stabilire un ordine di priorità degli interventi che prescindano dall'indice di priorità definito dal gestore, mentre spetta al Ministro dell'Ambiente, d'intesa con la Conferenza unificata, approvare i piani relativi alle infrastrutture di interesse nazionale.

È quindi importante che le informazioni siano corredate da spiegazioni ed approfondimenti tecnici che illustrino opportunamente le metodologie di studio ed i risultati ottenuti, in modo da consentire una corretta analisi dei dati per potere avviare celermente gli iter autorizzativi necessari a dare piena attuazione al piano.

Le attività di risanamento, inoltre, rientrano a pieno titolo nei "piani di azione" definiti dal Decreto Legislativo n. 194 del 19 Agosto 2005, che presentano tra i propri obiettivi quello di "assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale", intendendo come "pubblico" non solo le istituzioni od autorità, ma soprattutto le persone, le associazioni e le organizzazioni.

È pertanto evidente la necessità che gli stessi dati forniti ai fini autorizzativi siano contestualmente consultabili ed interpretabili anche da "non addetti ai lavori", come del resto esplicitamente richiesto dal Decreto Legislativo n. 195 del 19 agosto 2005 per l'attuazione della direttiva comunitaria sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale.

Pertanto si è cercato di fornire i risultati dello studio tramite schede ed elaborati grafici che, pur garantendo la necessaria completezza dei contenuti tecnici, consentano un'intuitiva informazione per i cittadini.

Tutte le tavole sono state redatte in formato A3 e raccolte in cinque appendici, di seguito dettagliatamente descritte.

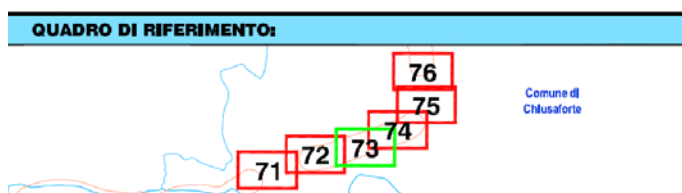
3.1 Appendice A - Inquadramento cartografico

In questa appendice viene illustrato il territorio interessato dall'indagine per mezzo di aerofotogrammetrie (a colori quando disponibili) o con uno sfondo desunto dalle carte tecniche regionali. Le progressive chilometriche autostradali sono evidenziate con pallini colorati in giallo che indicano le ettometriche, mentre l'indicazione numerica segue un passo di 500 m.



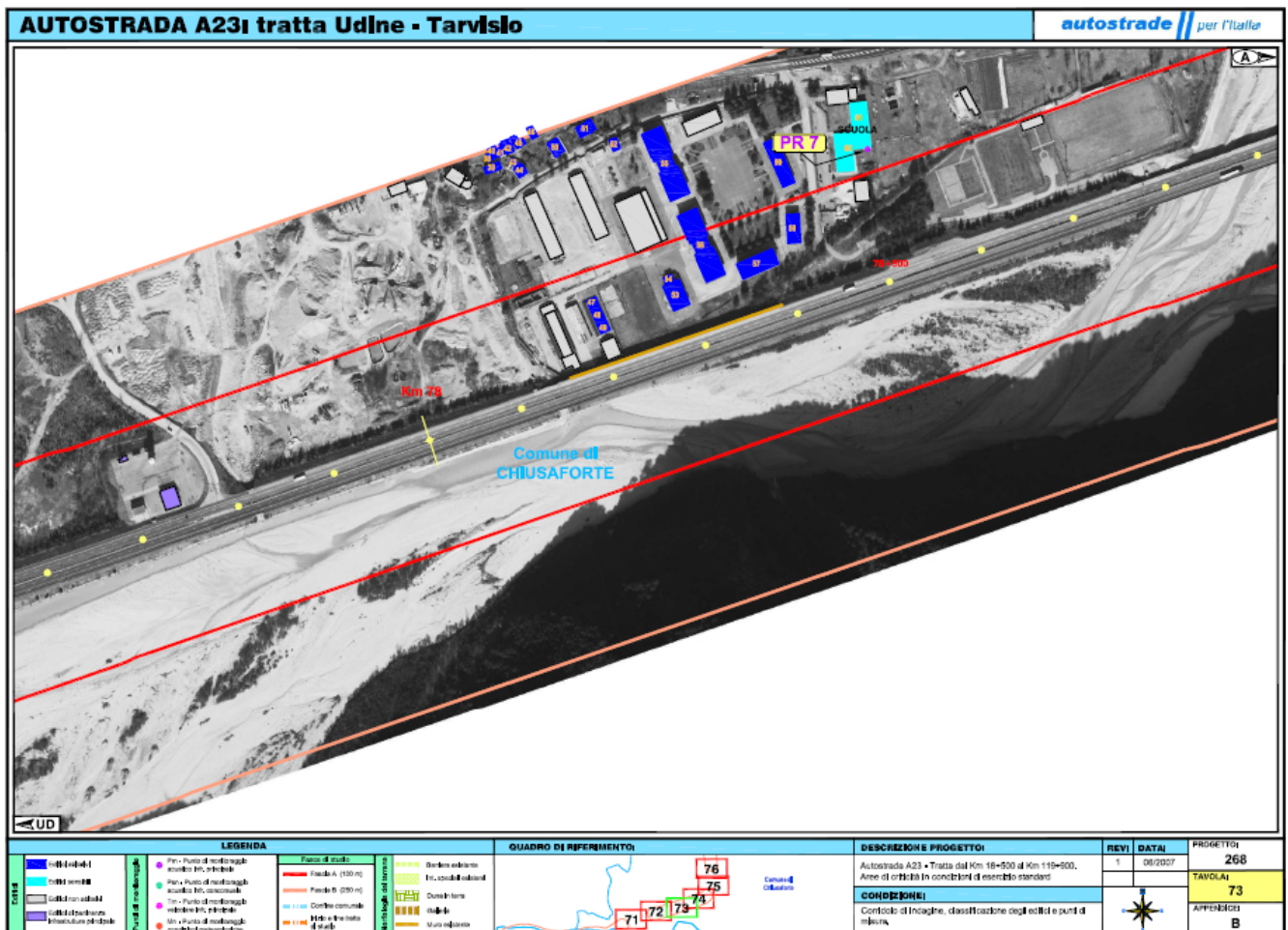
Nella tavola, di cui si allega fac-simile, sono riportati:

- il/i confine/i comunale/i con la denominazione dei Comuni interessati;
- le direttrici principali dell'infrastruttura;
- il quadro di riferimento della numerazione e della disposizione delle tavole, evidenziando in verde il riquadro visualizzato.

















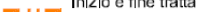


3.2 Appendice B - Corridoio di indagine, classificazione degli edifici e punti di misura

In questa appendice vengono riportati, in sovrapposizione allo sfondo aerofotogrammetrico, tutti gli elementi presenti nel territorio in esame che hanno una interferenza nel cammino di propagazione dell'onda sonora tra sorgente e ricettore. Sono state omesse nella rappresentazione le curve di isolivello, le quali sono state comunque tenute in considerazione nel calcolo.



Nella tavola, di cui si allega il fac-simile, sono riportati, oltre quanto già descritto in appendice A:

- le fasce A (da 0 a 100 m da bordo strada) e B (da 100 a 250 m da bordo strada) di competenza acustica della infrastruttura autostradale;
- i punti di misura, quando presenti, relativamente ai monitoraggi acustici, meteorologici e di traffico effettuati per la taratura e verifica del modello di calcolo;
- gli elementi geometrici posti in prossimità dell'infrastruttura principale ed interferenti sotto il profilo acustico, quali barriere antirumore, dune in terra, muri; sono visualizzate anche le tratte in galleria mediante linee tratteggiate che rappresentano il tracciato autostradale;
- la classificazione della destinazione d'uso principale degli edifici mediante opportuni cromatismi, così come evidenziato dalla seguente legenda:

LEGENDA											
Edifici		Edifici abitativi	Punti di monitoraggio		Pm - Punto di monitoraggio acustico infr. principale	Fasce di studio		Fascia A (100 m)	Morfologia del terreno		Barriera esistente
		Edifici sensibili			Psn - Punto di monitoraggio acustico infr. concorsuale			Fascia B (250 m)			Int. speciali esistenti
		Edifici non abitativi			Tm - Punto di monitoraggio veicolare infr. principale		Confine comunale			Duna in terra	
		Edifici di pertinenza infrastruttura principale			Mn - Punto di monitoraggio condizioni meteorologiche		Inizio e fine tratta di studio			Galleria	
								Muro esistente			

In blu sono rappresentati quelli a prevalente destinazione d'uso residenziale, in celeste i sensibili (scuole, ospedali e case di cura), in violetto quelli di pertinenza di Autostrade per l'italia ed in grigio quelli a prevalente destinazione d'uso produttivo o commerciale (terziario, commercio, industria, ecc.);

- gli edifici residenziali e sensibili sono numerati al fine di consentire una migliore identificazione a seguito di comunicazioni tra Ente locale e Autostrade per l'italia, per le eventuali integrazioni ed aggiornamenti delle informazioni riportate, in quanto nello studio di individuazione delle aree critiche e pianificazione degli interventi, il censimento è stato effettuato tramite elaborazione di banche dati e non con sopralluoghi in situ, che saranno invece effettuati nelle fasi successive di progettazione definitiva.

3.3 Appendice C - Sorgenti coinvolte ed effetti concorsuali sul territorio

In questa appendice, così come prescritto dal DMA del 29/11/2000, vengono riportate, sovrapposte allo sfondo, tutte quelle infrastrutture che concorrono alla generazione del clima acustico presente nelle fasce di competenza dell'infrastruttura principale, ovvero la rete in gestione ad Autostrade per l'italia. In questa fase del lavoro sono state considerate concorsuali le seguenti tipologie di infrastrutture:

- autostrade (quelle gestite da altra concessionaria);
- strade extraurbane principali (generalmente appartengono a questa categoria le SS o le SR);
- strade extraurbane secondarie (generalmente appartengono a questa categoria le SR o le SP);
- strade urbane di scorrimento (rientrano gli attraversamenti urbani delle SR, SS o SP);
- ferrovie.

Gli effetti concorsuali delle varie sorgenti vengono calcolati per tutti gli edifici che ricadono in zone in cui si verifica la sovrapposizione di una o più fasce concorsuali con quelle di competenza specifica di Autostrade per l'italia.

Non sono state ritenute concorsuali in questa fase del lavoro le strade Comunali, sia per loro ridotta ampiezza (30 m) sia perché il limite di competenza viene fissato dai Comuni stessi. Tali infrastrutture

potranno essere considerate concorsuali nella fase di progettazione definitiva durante l'attuazione degli interventi previsti nel piano di risanamento.

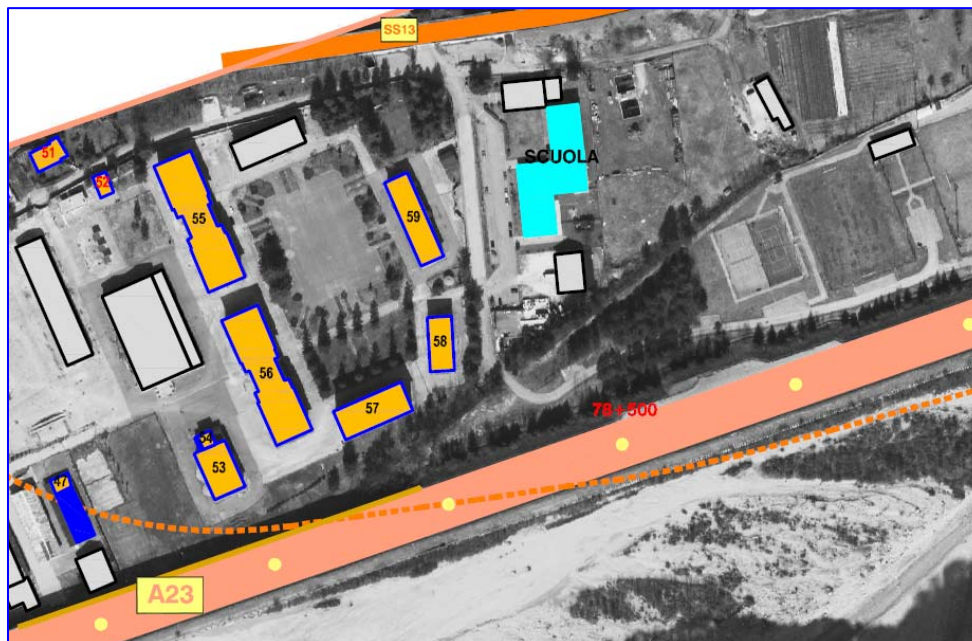
La figura seguente riporta un fac-simile delle tavole dell'appendice C dove, oltre ad essere evidenziata la fascia di competenza di ogni infrastruttura concorsuale, vengono riportate le seguenti informazioni:



- la destinazione d'uso degli edifici, deducibile dal colore del bordo coerente con i cromatismi utilizzati per gli elaborati dell'appendice B;
- l'assenza di sorgenti concorsuali per un particolare edificio, deducibile dalla campitura dell'edificio di ugual colore del bordo (va tenuto conto che conta la posizione del ricevitore ubicato sulla facciata più esposta nei confronti dell'infrastruttura principale);
- la presenza di concorsualità ed il numero di sorgenti concorsuali per un determinato edificio, deducibile dalla campitura degli edifici, secondo quanto riportato nella figura seguente:

LEGENDA			
Edifici	Edifici abitativi influenzati da una sorgente concorsuale	Tipologia edifici Interessati da concorsualità	
	Edifici abitativi influenzati da due sorgenti concorsuali	Edifici abitativi	Edifici sensibili
	Edifici abitativi influenzati da tre sorgenti concorsuali	Altri edifici	
n° Limite modificato da concorsualità	n° Limite non modificato da concorsualità	Edifici abitativi	Edifici non abitativi
		Edifici sensibili	Edifici competenza infr. principale
		Sorgenti concorsuali	
		Fasce di pertinenza acustica	
		A - Autostrada	A - Autostrada
		B - Extraurbane principali	B - Extraurbane principali
		C - Extraurbane secondarie	C - Extraurbane secondarie
		D - Urbane di scorrimento	D - Urbane di scorrimento
		Ferrovia	Ferrovia
		Infrastruttura Principale	Infrastruttura Principale

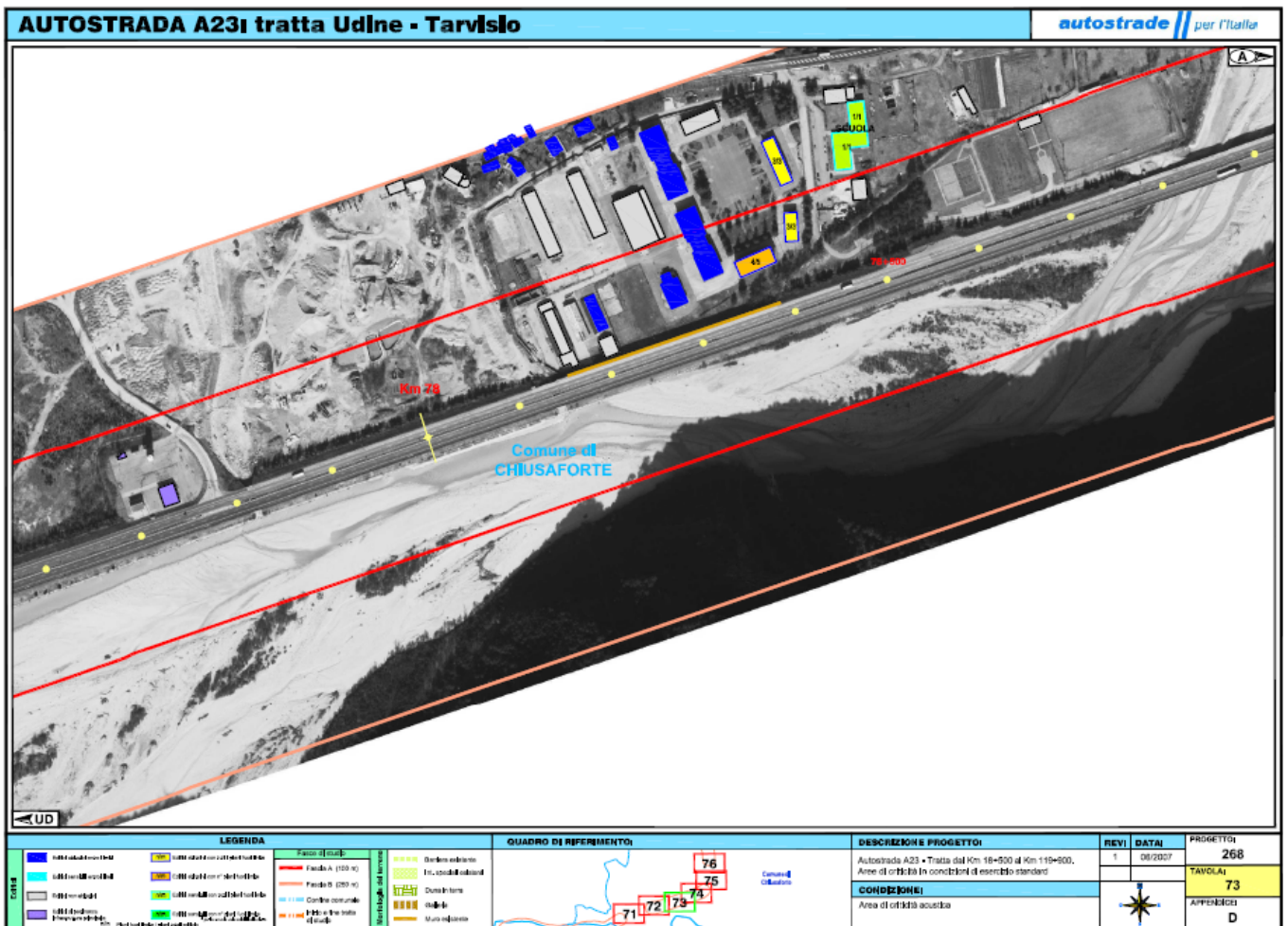
- l'eventuale variazione di limiti di un ricevitore dovuta alla concursualità, deducibile dal colore rosso della numerazione dell'edificio stesso.



Onde evitare eccessivi cromatismi, è stato riportato soltanto il bordo esterno del corridoio di competenza (ovvero la fascia più esterna) di ogni infrastruttura considerata; ovviamente questo criterio è stato adottato soltanto per la rappresentazione grafica, mentre a livello di calcolo si sono considerate tutte le fasce ed i relativi limiti che competono alle singole infrastrutture. La classificazione delle infrastrutture, quando non disponibile ai sensi del Codice della Strada, è stata effettuata seguendo criteri di selezione correlati ai volumi di traffico stimati o dedotti da banche dati territoriali disponibili.

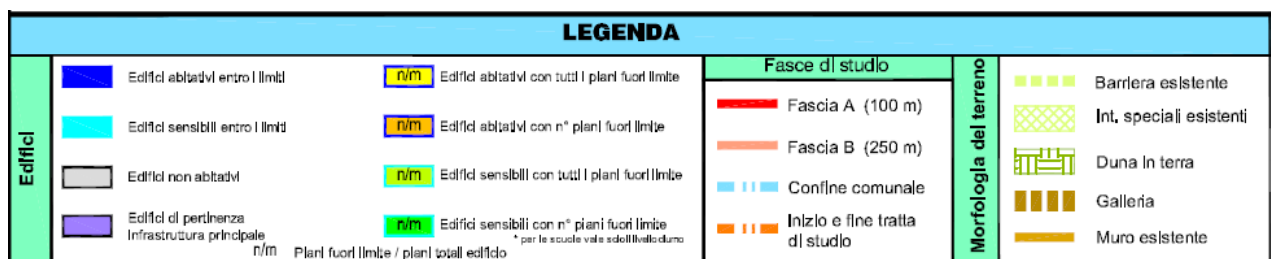
3.4 Appendice D - Aree di criticità acustica

In questa appendice vengono rappresentate tutte le situazioni critiche, ovvero tutti quei ricettori in corrispondenza dei quali l'inquinamento acustico causato dal traffico autostradale supera i valori limite ammissibili. La determinazione delle aree critiche è stata effettuata confrontando i livelli di rumore causati dal traffico proiettato all'anno 2012 con i limiti fissati dalla legge, ricavati applicando il criterio di concursualità. Si ricorda che viene considerato critico un edificio per il quale si verifichi il superamento del limite ammissibile anche in un solo piano. La criticità, come dimostrato nella figura seguente, viene evidenziata attraverso cromatismi differenziati per tipologia di ricevitore (sensibile e residenziale). Per dare immediata evidenza di situazioni di criticità, sia nel caso di criticità complessiva di tutto l'edificio sia parziale (solo qualche piano), si sono adottati colori diversi a seconda delle condizioni di esposizione.



In particolare, come esemplificato dalla figura precedente, sono rilevabili le seguenti informazioni:

- gli edifici che rientrano nei limiti di riferimento hanno una campitura che risulta uguale a quella assegnata secondo la loro classificazione originaria e sono privi di qualsivoglia numerazione



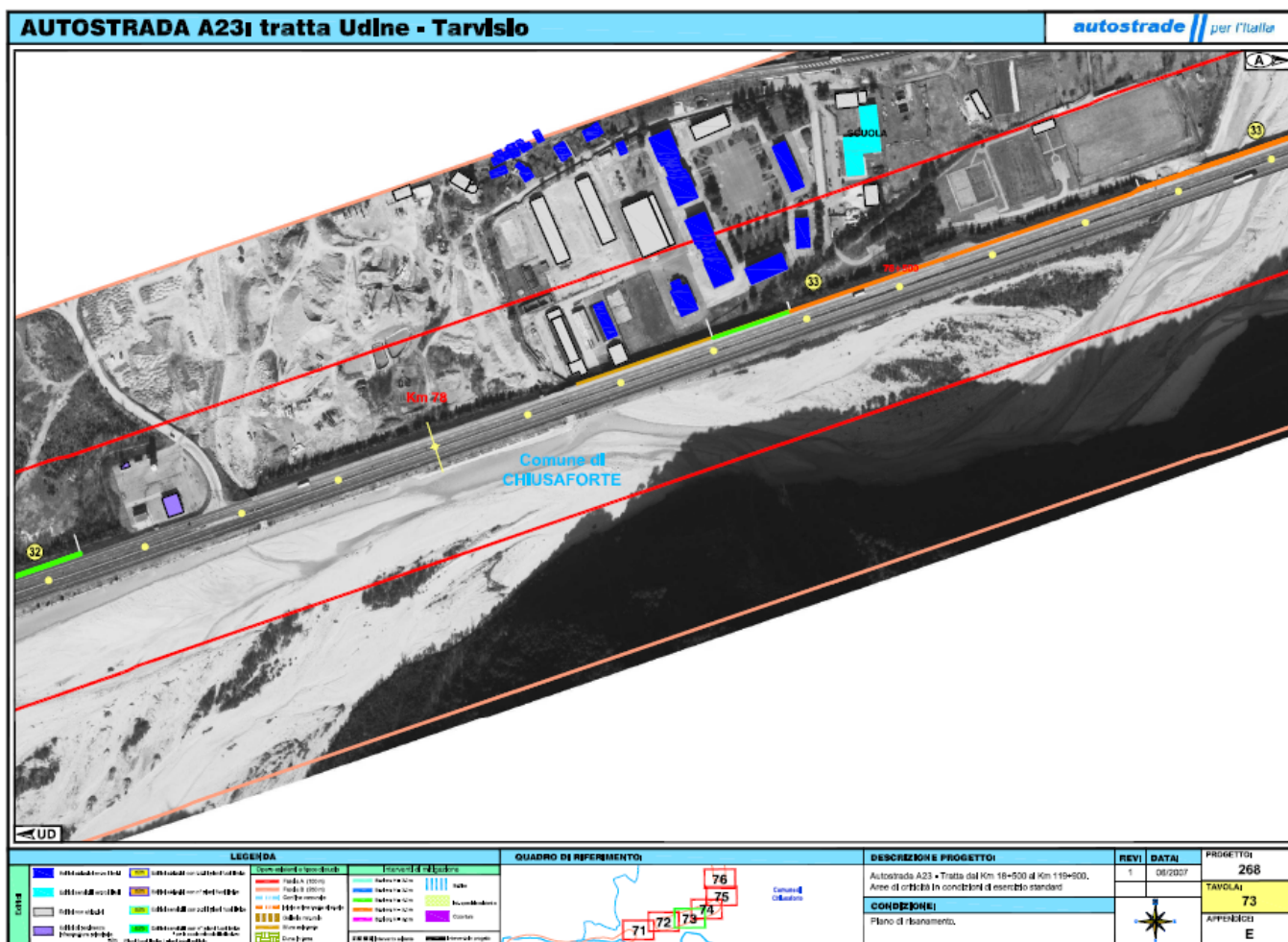
- gli edifici fuori limite (critici) sono rappresentati con il contorno che ne evidenzia la destinazione d'uso, mentre la campitura fornisce l'indicazione relativa alla parzialità o alla totalità dei piani critici sotto il profilo acustico;
- ogni edificio critico riporta al suo interno, nel formato "n/m", il numero di piani fuori limite "n" rispetto al numero totale di piani "m";
- sono evidenziati tutti gli elementi schermanti che hanno influenza sulla propagazione del rumore prodotto dall'infrastruttura autostradale (barriere e muri esistenti, dune in terra o altro).

3.5 Appendice E - Piano di risanamento

In questa appendice viene fornito in forma grafica il piano di risanamento acustico relativo a tutte le zone evidenziate come “aree critiche”, riportate nell’appendice D. Le soluzioni progettuali adottate in questa fase del piano sono di tipo parametrico, ossia barriere antirumore totalmente fonoassorbenti di altezza variabile, con passo di un metro ed altezze standard di 2, 3, 4, 5 e 6 metri. In alcuni casi particolarmente critici sono state ipotizzate coperture totali o coperture a cielo aperto (baffles).














Per tutti i ricettori per cui non fosse stato possibile rientrare nei limiti ammissibili “di facciata” con le opere di mitigazione di tipo standard sopra descritte, sono stati ipotizzati interventi diretti sui serramenti dell’edificio, così come previsto dalla vigente normativa.

Gli interventi sono identificati con un codice numerico univoco e specifico dell’autostrada di competenza. Ogni numerazione individua un tratto di intervento continuo (micro intervento), formato da una successione di barriere di altezze diverse (interventi elementari). Qualora il microintervento riguardi più di un comune, in prossimità del confine comunale esso viene interrotto per ricondurre in modo più agevole l’intervento elementare al comune sul quale viene realizzato (nei paragrafi 5.2 e 5.3 sono riportate in modo dettagliato le spiegazioni sulle modalità secondo cui si sono suddivisi gli interventi).



Come si nota dall'esempio riportato nella figura precedente, dalle tavole dell'appendice E sono deducibili le seguenti informazioni:

- l'altezza degli interventi elementari, mediante linee di diverso colore, continue o tratteggiate, a seconda che l'opera sia da realizzare o sia già realizzata;

LEGENDA			
Edifici	 Edifici abitativi entro i limiti	 Edifici abitativi con tutti i piani fuori limite	Opere esistenti e fasce di studio  Fascia A (100 m)  Fascia B (250 m)  Confine comunale  Inizio e fine tratta di studio  Galleria naturale  Muro esistente  Duna in terra
	 Edifici sensibili entro i limiti	 Edifici abitativi con n° piani fuori limite	
	 Edifici non abitativi	 Edifici sensibili con tutti i piani fuori limite	
	 Edifici di pertinenza infrastrutturale principale	 Edifici sensibili con n° piani fuori limite	
	 Edifici di pertinenza infrastrutturale secondaria	 Edifici sensibili con n° piani fuori limite	
	n/m Piani fuori limite / piani totali edificio		Interventi di mitigazione  Barriera H = 2,0 m  Barriera H = 3,0 m  Barriera H = 4,0 m  Barriera H = 5,0 m  Barriera H = 6,0 m  Baffles  Int. speciale esistenti e  Copertura  Intervento esistente  Intervento in progetto

- gli interventi speciali quali coperture e/o baffles, identificati con campiture che interessano l'intera sede stradale;
- gli edifici che rientrano nei limiti di legge, i quali hanno una campitura uguale a quella assegnata in fase di classificazione originaria e sono privi di qualsivoglia numerazione;
- gli edifici definiti fuori limite, rappresentati con il contorno che ne evidenzia la destinazione d'uso, con la campitura che definisce la parzialità o la totalità dei piani critici sotto il profilo acustico;
- il numero di piani fuori limite rispetto ai piani totali, mediante il rapporto "n/m" relativamente ad ogni edificio critico.

È importante sottolineare che il dimensionamento degli interventi riportati nell'appendice E è finalizzato esclusivamente alla definizione delle priorità, alla pianificazione delle opere ed alla definizione del piano finanziario. Pertanto nella futura fase di attuazione del piano, ovvero durante le progettazioni definitive, si potranno poi determinare soluzioni diverse da quanto riportato negli elaborati dell'allegato E.

3.6 Scheda di sintesi

Al fine di fornire ulteriori elementi di valutazione, vengono infine fornite schede di sintesi in cui, per ciascun Comune interessato, sono riportati i seguenti dati:

- il numero teorico di abitanti esposti, calcolati considerando un abitante ogni 100 m³ di volume residenziale, mentre per gli ospedali vengono valutati i posti letto teorici e per le scuole i banchi teorici;
- l'altezza e la distanza medie, rispetto all'autostrada, degli edifici nel corridoio di indagine;
- il numero totale di edifici impattati;

- i limiti ed i livelli medi di rumore in condizioni di ante-operam e post-operam, nei periodi diurno e notturno;
- le distribuzioni probabilistiche illustranti l'esposizione a rumore degli abitanti, nei periodi diurno e notturno, relative sia allo stato ante-operam che post-operam.

Quanto appena descritto, è stato sintetizzato in una scheda riassuntiva di cui si allega il fac-simile

Comune di _____		autostrade // per l'italia				
SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL SITO [corridoio di indagine]						
Numero teorico di ricettori esposti	5849	Altezza media degli edifici nel corridoio di indagine	6.6 m			
Distanza media dal bordo stradale	138.6	Altezza relativa media rispetto alla strada	15.4 m			
Numero totale edifici impattati	327	Numero totale edifici sensibili	2			
SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL SITO [fascia A]						
Numero teorico di ricettori esposti	2043	Altezza media degli edifici nel corridoio di indagine	7.2 m			
Distanza media dal bordo stradale	69.7	Altezza relativa media rispetto alla strada	10.0 m			
Numero totale edifici impattati	99	Numero totale edifici sensibili	2			
SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL SITO [fascia B]						
Numero teorico di ricettori esposti	3806	Altezza media degli edifici nel corridoio di indagine	6.4 m			
Distanza media dal bordo stradale	171.9	Altezza relativa media rispetto alla strada	18.0 m			
Numero totale edifici impattati	228	Numero totale edifici sensibili	0			
SINTESI DEI VALORI ACUSTICI [dB(A)]	Limite * diurno	Ante operam	Post operam	Limite * notturno	Ante operam	Post operam
Corridoio di indagine		58.8	52.3		55.3	48.8
Fascia A [100 m dal bordo stradale]	68.7	62.0	54.7	58.7	58.5	51.1
Fascia B [da 100 a 250 m dal bordo stradale]	64.3	55.5	50.5	54.3	52.1	47.0
ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE - EFFICACIA DEGLI INTERVENTI						

* Il valore riportato è una media dei limiti di fascia che può essere il risultato del concorso di più sorgenti

Ad ogni comune oggetto del piano di risanamento, viene altresì fornito l'elenco degli interventi elementari che interessano il territorio comunale. Tale sintesi comprende:

- entità degli interventi diretti realizzati sui ricettori (finestre antirumore);
- ubicazione degli interventi di bonifica acustica realizzati sull'infrastruttura, con indicazione del micro e del macro intervento di appartenenza (per i dettagli vedi paragrafi 5.2 e 5.3).

REGIONE: Friuli Venezia Giulia			PROVINCIA: UD			COMUNE DI: _____								
INTERVENTI PASSIVI SUGLI EDIFICI [m ²]: 347														
PIANO DI RISANAMENTO - INTERVENTI ELEMENTARI DI MITIGAZIONE SONORA IPOTIZZATI														
Macro Intervento	Micro Intervento	Intervento Elementare	Autostrada	Dir. Tronco	Carreggiata	Chilometrica Autostrada		Svincolo		Lato	Caratteristiche intervento			Note
						DA	A	DA	A		Lungh. [m]	Altez. [m]	Sup. [m ²]	
6	50	50d	A23	9	--	114+937		0+046	0+148	DX	102.5	5	512	
6	50	50c	A23	9	---	114+937		0+000	0+046	DX	46.0	5	230	
6	53	53b	A23	9	N	117+930	118+127			SX	197.2	4	789	
6	53	53a	A23	9	S	117+930	118+135			SX	205.5	4	822	
6	52	52a	A23	9	S	114+980	115+070			SX	90.5	5	452	
6	51	51a	A23	9	N	114+930	115+102			DX	172.5	5	862	
6	49	49b	A23	9	S	114+680	114+781			SX	101.7	3	305	
6	49	49a	A23	9	S	114+630	114+680			SX	50.5	3	152	
6	48	48c	A23	9	N	114+923	114+926			DX	3.0	5	15	
6	48	48b	A23	9	N	114+661	114+923			DX	262.8	5	1314	
6	48	48a	A23	9	N	114+625	114+661			DX	36.6	5	183	
6	47	47e	A23	9	N	112+020	112+269			DX	249.9	6	1499	
6	47	47d	A23	9	N	112+006	112+020			DX	14.5	6	87	
6	47	47c	A23	9	N	111+810	112+006			DX	196.4	6	1178	
6	47	47b	A23	9	N	111+807	111+810			DX	3.9	6	23	
6	47	47a	A23	9	N	111+770	111+807			DX	37.4	6	224	
6	46	46c	A23	9	S	111+444	111+624			SX	180.1	4	720	
6	46	46b	A23	9	S	111+434	111+444			SX	10.9	4	44	
6	46	46a	A23	9	S	111+250	111+434			SX	184.9	4	740	
6	45	45c	A23	9	S	110+898	111+040			SX	142.3	4	569	
6	45	45b	A23	9	S	110+890	110+898			SX	8.6	4	34	
6	45	45a	A23	9	S	110+660	110+890			SX	230.6	4	922	
6	44	44e	A23	9	N	111+418	111+715			DX	297.1	5	1486	
6	44	44d	A23	9	N	111+405	111+418			DX	13.4	5	67	
6	44	44c	A23	9	N	110+907	111+405			DX	498.0	5	2490	
6	44	44b	A23	9	N	110+901	110+907			DX	6.8	5	34	
6	44	44a	A23	9	N	110+610	110+901			DX	291.2	5	1456	
5	43	43c	A23	9	N	107+571	107+674			DX	103.5	3	310	
5	43	43b	A23	9	N	107+566	107+571			DX	5.1	3	15	
5	43	43a	A23	9	N	107+475	107+566			DX	91.0	3	273	
5	42	42c	A23	9	N	107+025	107+140			DX	115.6	3	347	
5	42	42b	A23	9	N	107+020	107+025			DX	5.3	3	16	
5	42	42a	A23	9	N	106+780	107+020			DX	240.4	3	721	

Infine a ciascun Comune, soggetto alla realizzazione di opere di mitigazione, viene fornito l'elenco dei macro interventi realizzati sul proprio territorio comunale ed il relativo indice di priorità, ovvero la graduatoria nazionale con cui sarà data esecuzione al piano in base ai criteri riportati nel DMA 29/11/2000.

4. Censimento delle Aree di Criticità Acustica

L'obiettivo di tale fase è l'individuazione, all'interno della fascia territoriale di pertinenza dell'infrastruttura autostradale in esercizio, delle aree in cui i livelli sonori indotti dal traffico sono superiori ai valori ammissibili vigenti ai sensi della normativa nazionale.

Lo studio è stato effettuato secondo una metodologia standard finalizzata ad una oggettiva valutazione dell'impatto acustico generato da un'infrastruttura viaria di trasporto: tale procedura, prescritta negli allegati del Decreto del Ministero dell'Ambiente 29/11/2000, è stata preventivamente sperimentata e validata nell'ambito del Progetto Pilota di Genova, sviluppato fra il 2000 ed il 2007 da Autostrade per l'italia in collaborazione con il Comune e la Prefettura di Genova, la Regione Liguria e la divisione DSA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

La procedura è articolata nelle seguenti fasi:

- realizzazione di una cartografia digitale 3D delle aree interessate;
- individuazione del corridoio di indagine e classificazione dei ricettori;
- definizione dei flussi di traffico;
- aggiornamento della banca dati di emissione;
- sviluppo, taratura e validazione di un modello di simulazione acustica;
- valutazione dell'impatto acustico attuale e definizione delle aree critiche.

4.1 Realizzazione della cartografia tridimensionale della rete autostradale

Un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica, è la realizzazione di una cartografia vettoriale tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato.

A questo scopo è stata impiegata una delle tecnologie più avanzate ed affidabili, ovvero il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking): i rilievi, effettuati in successive campagne di acquisizione dal 2004 al 2006, hanno riguardato una fascia di territorio di ampiezza di circa 550 m, centrata sull'asse stradale, lungo oltre 2500 km di rete in gestione ad Autostrade per l'italia.

Il sistema LIDAR consiste essenzialmente in un emettitore/ricevitore di impulsi laser montato su un elicottero equipaggiato di piattaforme inerziali, sistemi GPS, apparecchiature fotografiche/cineprese digitali ad alta risoluzione e computer per la memorizzazione dei dati. Mediante sorvoli effettuati con opportune modalità, si registrano tutti i segnali che, emessi dal generatore di impulsi radar, vengono

successivamente riflessi da vegetazione, edifici, terreno, etc. Le figure seguenti mostrano schematicamente il funzionamento del sistema.

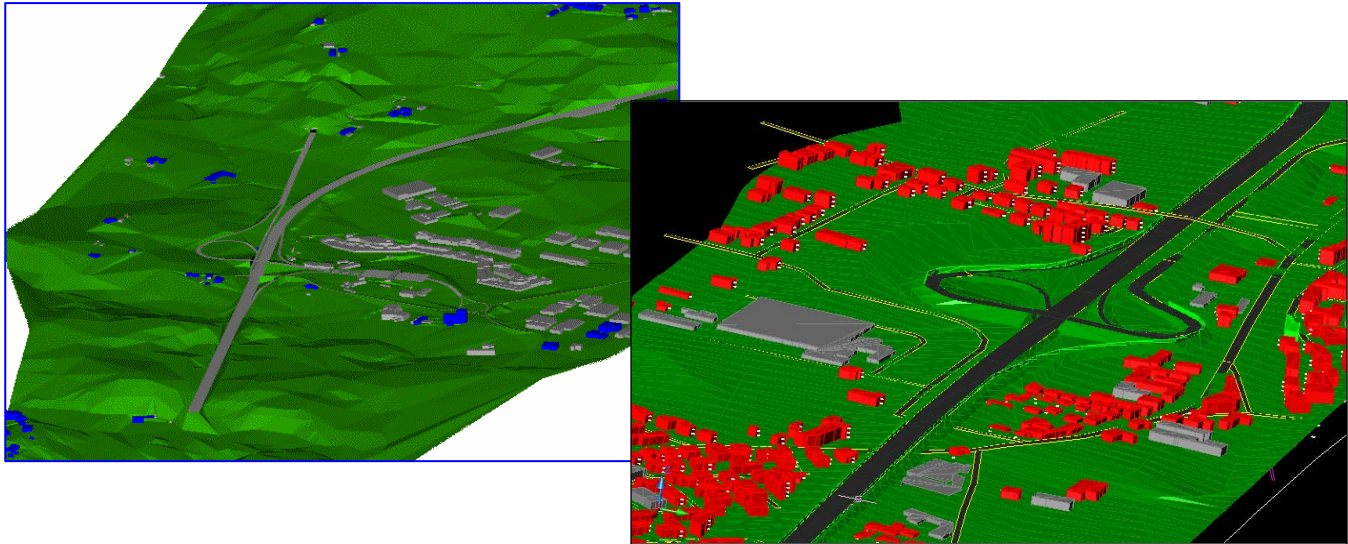
La post elaborazione delle foto digitali assieme con i dati laser e le informazioni di georeferenziazione dell'elicottero, consentono di dedurre dalla "nube di punti", tutti gli elementi fondamentali per una precisa descrizione del terreno (DTM = digital terrain model), dell'edificato (DBM = digital building model), della vegetazione e delle infrastrutture di trasporto interessate (principale e concorsuali). Dall'intensità delle riflessioni, si ottengono anche informazioni sui materiali impattati dai raggi laser.



Successivamente tali dati vengono tradotti in file compatibili con i più comuni software di modellizzazione solida per il finale interfacciamento con il modello acustico, ovvero fornendo tutte le necessarie informazioni riguardanti il terreno (isoipse o TIN), gli edifici (perimetro, altezza, posizione, natura superfici) e le infrastrutture in esame.

Dopo aver ultimato la restituzione matematica vettoriale georeferenziata degli elementi base, sono stati attribuiti i parametri acustici di base, ossia la definizione del corridoio di indagine, le fasce di rispetto delle sorgenti (principale e concorsuali), le destinazioni d'uso dei ricettori. Successivamente sono stati posizionati i singoli ricettori virtuali con il criterio di un "punto di calcolo" per ogni piano fuori terra del singolo edificio ad uso residenziale o sensibile, in mezz'aria della facciata più esposta (così come prescritto dal DPR n. 142, che impone di valutare l'inquinamento acustico nel "punto più critico").

Nelle seguenti figure sono riportati alcuni esempi di restituzioni tridimensionali ottenibili dai dati acquisiti, illustranti l'orografia del territorio e la collocazione dei punti ricettori sugli edifici.



Ogni edificio preso in considerazione costituisce un vero e proprio database GIS in quanto ad esso sono associate in modo georiferito informazioni circa il comune di appartenenza, la destinazione d'uso dell'immobile, il numero e la quota dal terreno dei piani, il numero di abitanti ed i limiti ammissibili.

Relativamente a quest'ultimo aspetto, si evidenzia che in base al criterio di "precauzione", per l'individuazione delle aree critiche, si è adottato un criterio di concorsualità delle sorgenti di tipo "geometrico", per cui i ricettori interessati da fasce di pertinenza relative a più sorgenti concorsuali sono stati attribuiti limiti più bassi rispetto a quelli di legge in funzione del numero di sorgenti presenti (vedi paragrafo 4.6).

4.2 Modello di simulazione acustica

Per l'individuazione delle aree critiche (come anche per la predisposizione del piano di risanamento) è stato utilizzato un modello previsionale sviluppato sulla base della "procedura DISIA", messa a punto dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del Piano Triennale di Tutela Ambientale (PTTA) 1989-91, direttrice DISIA nazionale, progetto "Individuazione degli obiettivi di risanamento acustico nelle aree urbane" e successivamente validata dallo stesso Ministero nell'ambito del Piano Triennale di Tutela Ambientale (PTTA) 1994-1996, direttrice Aree Urbane, progetto pilota Bari.

Le procedure operative ed il codice di calcolo sviluppati rappresentano i fenomeni acustici che si verificano durante la propagazione del rumore in ambiente esterno, in situazioni di orografia e urbanizzazione comunque complesse. In particolare il modello consente di:

- a) valutare, mediante opportuni algoritmi analitici, gli effetti riportati nella seguente espressione (secondo norma ISO 9613 , parti 1 e 2):

$$L_R = L_w + Dc - (A_{div} + A_{rif} + A_{dif} + A_s + A_{atm})$$

Dove:

L_R rappresenta il livello di pressione sonora al ricevitore

L_w rappresenta il livello di potenza sonora della sorgente; in particolare il traffico stradale viene rappresentato attraverso una serie di sorgenti puntiformi incoerenti, opportunamente distribuite in corrispondenza della mezzzeria di ciascuna corsia di marcia, a 0.5 m di altezza dal piano strada

D_c rappresenta il fattore di direttività

A_{div} rappresenta l'attenuazione per divergenza geometrica

A_{rif} rappresenta il fattore che tiene conto delle riflessioni, su superfici di ogni forma e comunque disposte (verticali, orizzontali, oblique)

A_{dif} rappresenta l'attenuazione per diffrazione, su bordi verticali, orizzontali ed obliqui

A_s rappresenta l'effetto del suolo

A_{amt} rappresenta l'attenuazione per assorbimento atmosferico. Come condizioni base, si assume l'assenza di gradienti termici e di vento: pertanto non sono presi in considerazione gli effetti connessi a condizioni meteorologiche

- b) rappresentare l'ambiente di propagazione in modo vettoriale tridimensionale;
- c) disporre di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in bande di ottava, dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore;
- d) restituire i risultati di output sia come curve di isolivello che sotto forma di valori puntuali calcolati sui singoli ricettori o sui vertici di una rete di punti di maglia opportuna; in particolare, per l'individuazione delle aree critiche, la valutazione dei livelli di rumore è stata effettuata in un punto per ogni piano in corrispondenza della mezzzeria delle facciate più esposte di tutti gli edifici abitativi e sensibili presenti in vicinanza dell'infrastruttura autostradale. I punti di calcolo sono disposti ad 1 metro di distanza dalle facciate stesse;
- e) aggiornare la banca dati della potenza sonora delle sorgenti di tipo stradale e ferroviario, in modo che risultino rappresentative della situazione nazionale.

4.3 Campagna dei rilevamenti strumentali

Il modello opera su una banca dati di valori di emissione sonora, sia di veicoli stradali che di convogli ferroviari, acquisita tramite specifiche campagne di rilievi sperimentali: pertanto i dati di input sono rappresentativi delle varie tipologie di veicoli su gomma e su rotaia circolanti sul nostro territorio nazionale. Le campagne di misura, eseguite da Autostrade per l'italia in diversi punti della propria rete fra il 2003 ed il 2006, sono state quindi eseguite allo scopo di:

- determinare l'emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli, in condizioni tipiche di impiego rappresentative delle modalità di traffico autostradale e tenendo conto delle diverse tipologie di pavimentazione impiegate sulla rete;
- calibrare e verificare il modello di calcolo.

4.3.1. Emissione acustica del traffico autostradale

Tale aspetto è di particolare rilevanza, in quanto il “*data base*” di dati di input sviluppato dal Ministero dell’Ambiente si riferisce a rilievi effettuati agli inizi degli anni ’90 e pertanto i valori non risultano più completamente rappresentativi del parco veicoli attualmente in circolazione, così come anche le nuove tipologie di pavimentazioni sviluppate ed adottate negli ultimi anni sulla rete di Autostrade per l’Italia.

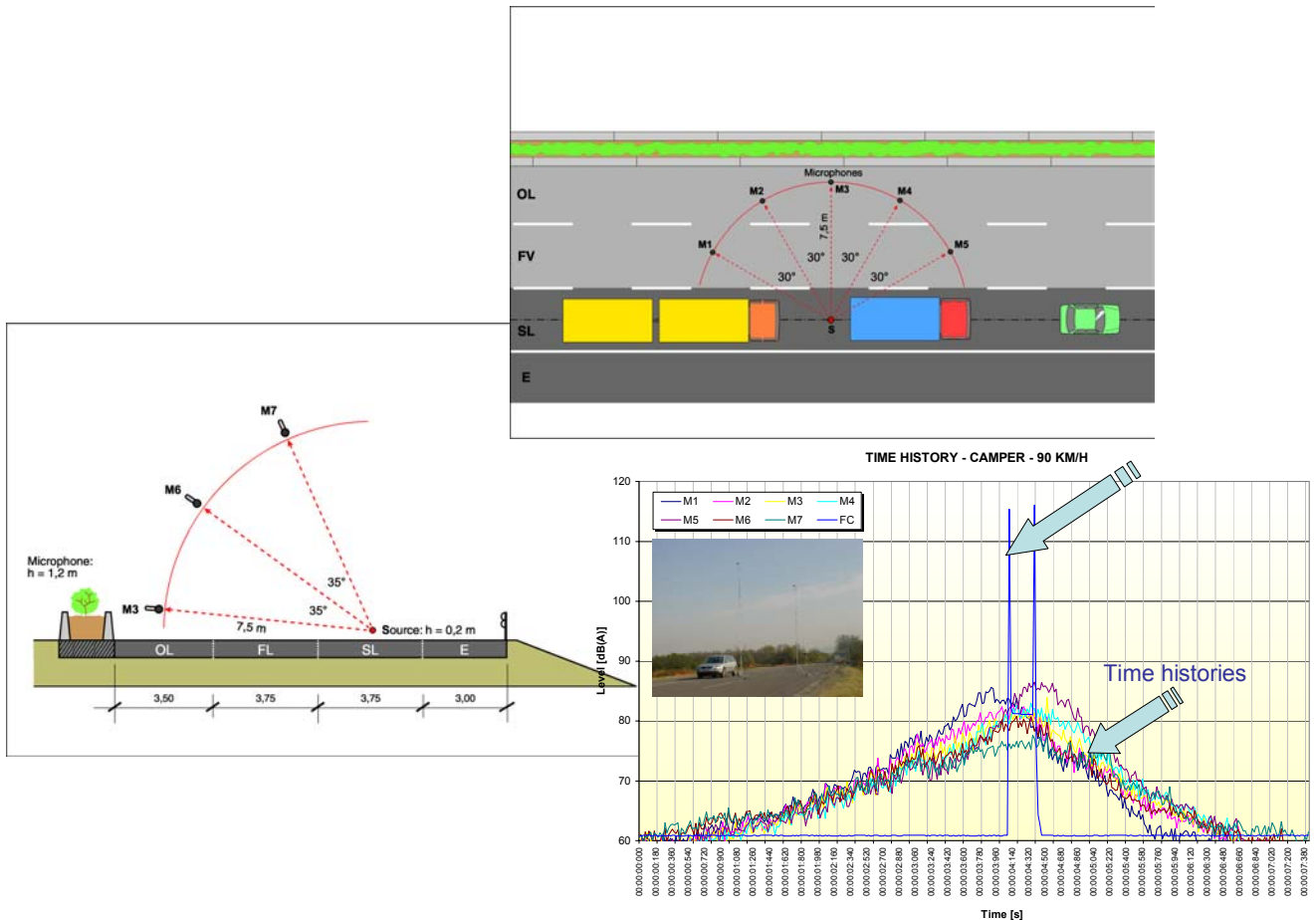
Al fine di aggiornare le banche dati del modello, sono state eseguite, sulle rete di Autostrade per l’Italia, ulteriori misure di “Statistical pass-by” secondo norma ISO 11819-1, nelle seguenti condizioni:

- pavimentazione tradizionale chiusa, pendenza nulla
- pavimentazione drenante fonoassorbente, pendenza nulla
- pavimentazione ecodrenante, pendenza nulla
- pavimentazione drenante fonoassorbente, pendenza + 5%
- pavimentazione drenante fonoassorbente, pendenza – 5%

Con tali dati si sono ricavati i valori di emissione per le diverse categorie di veicoli prese in esame nella procedura DISIA, e precisamente per le autovetture (classe C1), i veicoli commerciali medi con peso totale fino a 3.5 t (classe C2), i veicoli commerciali medio - pesanti con peso totale fino a 10 t (classe C3) ed i veicoli pesanti con più di tre assi, veicoli con rimorchi o semirimorchi (classe C4).

Tutte le precedenti misure sono state eseguite nelle tradizionali condizioni di “transiti a velocità costante”; in aggiunta si sono anche effettuate altre misure in condizioni di accelerazione e decelerazione, (ovvero condizioni non previste dalla norma ISO 11819-1) in modo da poter opportunamente simulare l'emissione acustica del traffico in corrispondenza delle stazioni di pedaggio e lungo le corsie e gli svincoli di ingresso ed uscita.

Infine si sono anche eseguiti rilievi con schiere di microfoni, secondo le modalità schematicamente illustrate nelle figure seguenti, in modo da aggiornare i dati originali del DISIA per la direttività verticale, sia per creare una nuova banca dati di direttività orizzontale.



4.3.2 Immissione in punti caratteristici

Benché la validità della “procedura DISIA”, e degli algoritmi di calcolo sviluppati, siano stati ampiamente verificati nel corso degli ultimi anni da molteplici progetti e studi (il già citato progetto Pilota di Genova e più di 30 progetti esecutivi di barriere antirumore), si è comunque proceduto ad effettuare una specifica campagna di misure di taratura e di verifica lungo gli oltre 2800 km di rete in concessione di Autostrade per l’Italia.

In 60 distinte zone, omogeneamente ripartite lungo tutta la rete, presso ricettori detti di “riferimento” sono stati effettuati monitoraggi continuativi di almeno una settimana, sia di rumore sia di traffico (volumi e velocità medie su tutte le corsie). I punti di “riferimento” P_R sono stati prescelti in modo da rappresentare nel modo più esauriente possibile le combinazioni di tipologia di infrastruttura con ambienti di propagazione/ricezione di seguito riportate:

Corpo stradale	Morfologia terreno	Tipologia Ricettori
Raso	Pianeggiante	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Raso	Pianeggiante	Ambiente urbanizzato
Trincea	Pianeggiante	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Trincea	Pianeggiante	Ambiente urbanizzato
Rilevato	Pianeggiante	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Rilevato	Pianeggiante	Ambiente urbanizzato
Viadotto	Collinare	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Viadotto	Collinare	Ambiente urbanizzato
Galleria	Collinare	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Galleria	Collinare	Ambiente urbanizzato

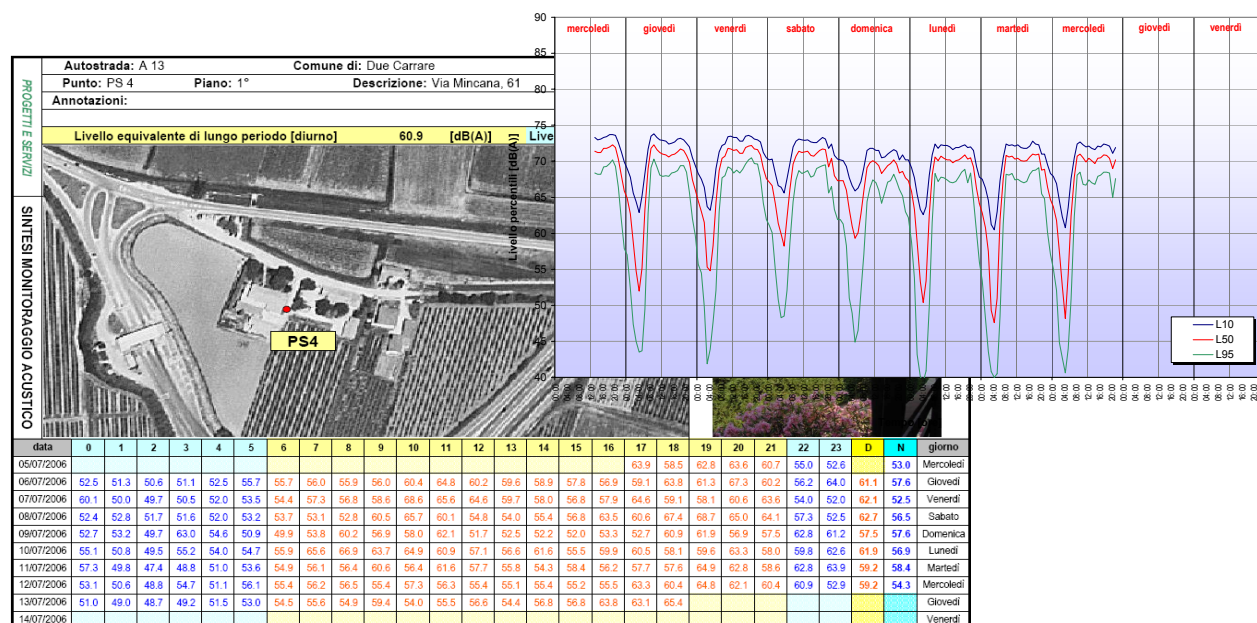
I punti di riferimento sono disposti a diverse distanze dall'autostrada, e comunque sempre entro la fascia di pertinenza acustica di 100 m dal ciglio strada (fascia A) ed in condizioni tali da risultare esclusivamente (o almeno prevalentemente) esposti al solo rumore autostradale. In ciascun punto P_R sono stati misurati i seguenti parametri descrittivi:

- time history, su base oraria, ottenuta da short L_{Aeq} di 1 s;
- livello equivalente L_{Aeq} e livelli percentili L₁₀, L₅₀ e L₉₀, L₉₉ ponderati A su base oraria/giornaliera/settimanale con distinzione dei periodi diurno e notturno.

Tramite rilievi strumentali dei principali parametri meteorologici (direzione ed intensità del vento, temperatura ambientale, umidità relativa, presenza e quantità di pioggia) sono stati individuati, e quindi presi in considerazione, solo i periodi durante i quali le condizioni meteo si sono mantenute entro i limiti previsti dal Decreto Ministero Ambiente 16/03/1998.

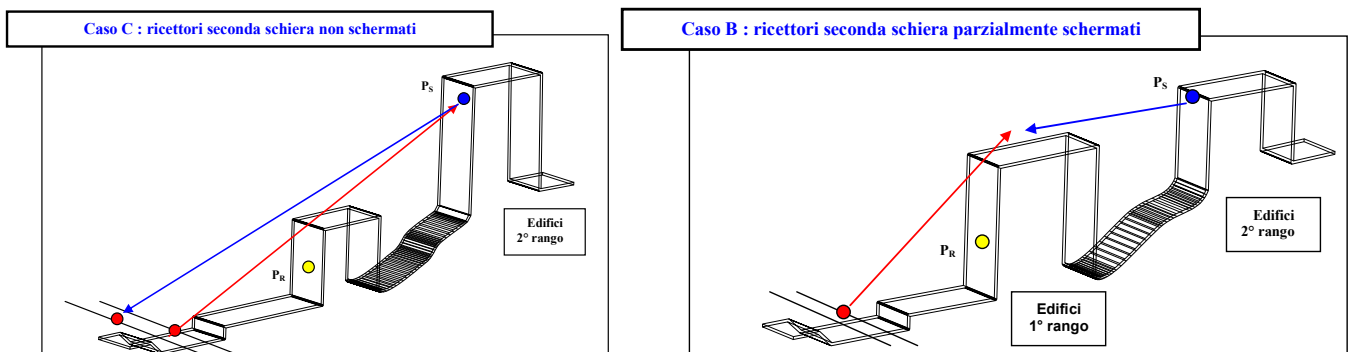
Le seguenti figure e tabella evidenziano sinteticamente alcuni esempi degli output di misura e le posizioni dei punti di monitoraggio.

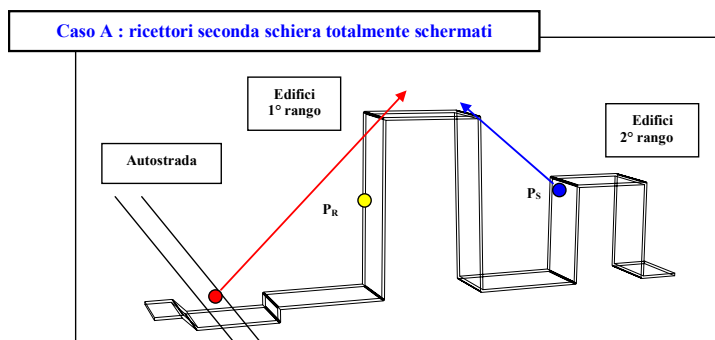
Punto PS 1 - Evoluzione temporale del segnale rilevato dal 05 al 12 ottobre 2006



Autostrada	Monitoraggi	
	Autostrada	Concorsuali
A/1 Milano - Napoli	30	16
A/1 diramazione Roma Sud	3	2
A/1 diramazione Roma Nord	3	2
A/14 Bologna - Taranto	42	30
A/14 diramazione Ravenna	3	2
A/14 ramo Casalecchio	3	-
A/4 Milano Brescia	7	5
A/11 Firenze - Pisa	6	5
A/12 Genova - Sestri	4	5
A/12 Roma-Civitavecchia	3	2
A/13 Bologna - Padova	8	4
A/13 diramazione Ferrara	3	2
A/13 diramazione Padova Sud	3	2
A/7 Genova - Serravalle	3	4
A/8 Milano - Varese	5	2
A/8 diramazione Gallarate-Gattico	4	2
A/9 Lainate - Chiasso	3	2
A/10 Genova - Savona	6	5
A/16 Napoli - Canosa	6	4
A/23 Udine - Tarvisio	11	7
A/26 Genova - Gravellona	7	7
A/26 diramazione Predosa-Bettolle	3	3
A/26 Stroppiana-Santhià	3	1
A/27 Venezia - Belluno	10	6
A/30 Napoli - Salerno	2	2
TOTALI	181	122

In contemporanea ai punti P_R si sono anche effettuati monitoraggi in punti P_S detti “significativi” allo scopo di rappresentare le diverse situazioni in cui un ricevitore può venirsi a trovare rispetto alla sorgente di rumore autostradale (campo libero, parzialmente o totalmente schermato, ecc.) come riportato ad esempio nelle seguenti figure:





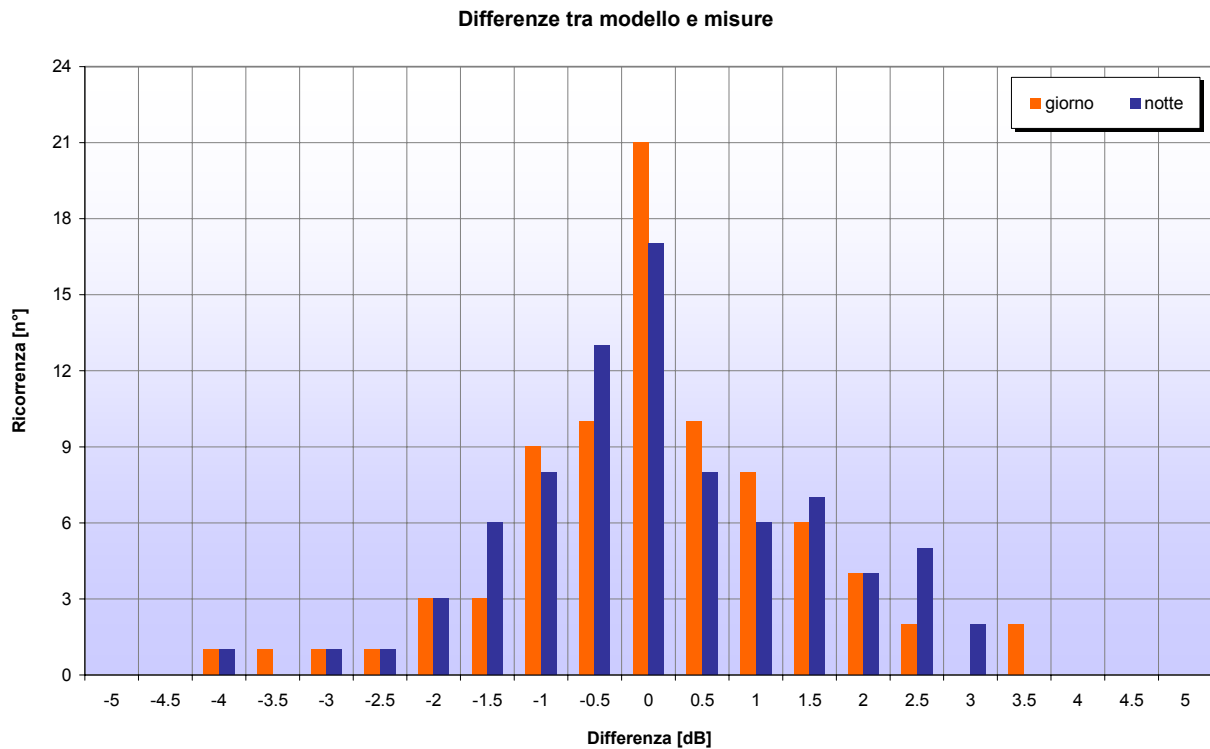
Infine, oltre all'infrastruttura autostradale, sono state prese in esame altre 60 tipologie di sorgenti secondarie (strade statali, provinciali e comunali di maggior importanza, ferrovie), per creare la banca dati impiegata per il calcolo della "concorsualità" in modo rigoroso, seguendo cioè le prescrizioni degli allegati del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29/11/2000.

4.4 Taratura e verifica del modello di simulazione acustica

La verifica dell'accuratezza del modello è stata effettuata, per ciascuno dei siti identificati, confrontando i valori sperimentali dei monitoraggi acustici nei punti P_R con i valori calcolati utilizzando come input i valori della banca dati aggiornata con i rilievi di statistical pass-by e come parametri descrittivi del traffico i dati degli specifici monitoraggi di traffico rilevati contemporaneamente ai monitoraggi acustici. Un esempio di sintesi dei dati di confronto è riportato nella seguente figura:

Punto	Autos.	$L_{eq,D}$ [misurato]	$L_{eq,N}$ [misurato]	$L_{eq,D}$ [calcolato]	$L_{eq,N}$ [calcolato]	Diff. [giorno]	Diff. [notte]
$P_R 1$	A13	68.6	63.7	68.6	63.8	0.0	0.1
$P_R 2$	A13	69.2	63.7	71.3	66.4	2.1	2.7
$P_R 3$	A13	67.4	62.7	68.1	63.2	0.7	0.5
$P_R 1$	A30	64.4	58.9	64.7	59.0	0.3	0.1
$P_R 2$	A30	66.2	60.9	66.2	60.5	0.0	-0.4
$P_R 1$	A7	76.3	68.2	72.8	66.7	-3.5	-1.5
$P_R 2$	A7	75.9	69.8	75.5	69.4	-0.4	-0.4
$P_S 2$	A7	64.0	58.3	63.1	57.4	-0.9	-0.9
$P_S 3$	A7	67.5	61.9	65.8	60.2	-1.7	-1.7
$P_R 1$	A8	60.3	55.9	61.0	56.1	0.7	0.2
$P_R 2$	A8	64.0	58.1	65.7	60.1	1.7	2.0
$P_R 3$	A8	62.7	57.8	59.5	54.5	-3.2	-3.3
$P_R 4$	A8	60.1	55.9	68.6	62.6	0.0	0.0

Dall'analisi statistica dei dati, risulta che il modello ha una sovrastima media di circa 0.4 dB(A) e 0.3 dB(A) rispettivamente nel periodo diurno ed in quello notturno; nella figura seguente è illustrata la distribuzione probabilistica delle differenze tra valori ottenuti dal modello e quelli misurati nei vari punti di calibrazione, suddividendo le variazioni tra periodo diurno e periodo notturno.



Si può ritenere che la sovrastima sia principalmente dovuta al fatto che in questa fase dello studio non sono stati presi in esame alcuni effetti schermanti secondari che in realtà influiscono sui valori misurati; del resto non era praticabile una schematizzazione di maggior dettaglio della geomorfologia del territorio con i relativi elementi interferenti, in quanto avrebbe portato a tempi e costi di digitalizzazione/calcolo eccessivi, e comunque non compatibili con gli scopi del DMA 29/11/2000, tenendo altresì conto degli approfondimenti che verranno svolti in futuro in fase di attuazione del piano.

4.5 Analisi della conformazione della sezione e del traffico autostradali

Nel modello di simulazione adottato, la sorgente autostradale è caratterizzata dalla potenza sonora per metro lineare di infrastruttura emessa dal traffico che fluisce nei due periodi di riferimento (diurno e notturno), calcolata seguendo la procedura di seguito descritta:

- ❑ suddivisione dell'intera rete in "tratte base", ovvero da casello a casello;
- ❑ definizione per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo relativamente all'anno 2006, disaggregati per fascia oraria, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo;

- proiezione dei flussi di traffico al 2012, assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni;
- suddivisione di ciascuna “tratta base” in più “tratte elementari” in funzione di:
 - tipologia di pavimentazione
 - pendenza longitudinale
- attribuzione a ciascuna tratta elementare delle velocità caratteristiche di percorrenza;
- calcolo del livello di potenza per metro lineare e dello spettro in ottave per la singola “tratta elementare”, tramite interpolazione dei data base dei livelli di emissione;
- segmentazione geometrica della tratta elementare in N parti uguali ed equiripartizione in ragione di $1/N$ della potenza lineare;
- attribuzione a ciascuna tratta elementare di una sorgente puntiforme di potenza sonora equivalente, posizionata nel centro del segmento ad un'altezza dal suolo di 0.5 metri;
- propagazione del livello ponderato A dalla sorgente verso il ricettore, dopo aver calcolato la frequenza rappresentativa dello spettro tipico.

Per quanto riguarda la sezione autostradale non si sono prese in esame, tranne in casi particolari, le variazioni di corsie e di conformazione del corpo stradale successive alla realizzazione della cartografia, conseguenti ad allargamenti in sede o varianti in corso di realizzazione o progettazione. Tali situazioni sono peculiari per i seguenti tratti

- ampliamento tratta Modena – Incisa con esclusione del tratto Bologna Nord - Casalecchio
- ampliamento terza corsia Tangenziale di Bologna
- ampliamento terza corsia Rimini – Pedaso
- ampliamento quarta corsia Milano – Bergamo
- ampliamento terza corsia Lainate – Como Sud
- ampliamento terza corsia Fiano – Roma Nord

In altre parole per alcune di queste tratte, la definizione delle aree di criticità potrebbe non essere aggiornata alla situazione attuale di giugno 2007, in quanto è in corso la realizzazione di interventi di bonifica acustica.

A tale proposito è opportuno sottolineare che nelle suddette tratte il piano di risanamento riportato nel presente documento, viene superato dai progetti definitivi di ampliamento/potenziamento che, approvati con specifico decreto VIA, ricomprendono al loro interno le necessarie opere di mitigazione acustica.

Invece per quanto riguarda le restanti porzioni di rete, la definizione delle aree critiche ed il piano di risanamento, ha preso in esame la situazione di completamento o di avanzata realizzazione delle barriere antirumore aggiornata a dicembre 2006.

In particolare per il tratto esistente dell'A1, sotteso dalla Variante di Valico tra le progressive km 219+267 e km 255+823 circa, si applica la Delibera del Consiglio dei Ministri del 09.08.2001 relativa al “Progetto di adeguamento dell’attraversamento appenninico autostradale tra Bologna e Firenze”.

4.6 Censimento delle aree di criticità acustica

Tutti i ricettori presenti entro la fascia di competenza, ovvero entro 250 metri dai cigli strada, sono stati censiti e classificati distinguendo fra edifici abitativi, industriali/commerciali e ricettori sensibili (ospedali, case di cura, scuole, etc.). Tale attività è stata eseguita sia tramite interpretazione delle carte tecniche regionali, sia grazie ad elaborazioni dei data base disponibili in rete sia dai sopralluoghi effettuati con veicoli opportunamente equipaggiati di telecamere (esclusivamente per i ricettori direttamente prospicienti l’infrastruttura autostradale).

I limiti di riferimento per i vari ricettori sono stati determinati secondo i seguenti criteri:

- per ricettori sensibili, i limiti di facciata sono (per le scuole vale solo quello diurno):

$$L_{Aeq \text{ diurno}} = 50 \text{ dB[A]} \text{ e } L_{Aeq \text{ notturno}} = 40 \text{ dB[A]}$$

- per i ricettori interessati esclusivamente dalle fasce di pertinenza acustica della strada in esame (sorgente principale), i limiti di facciata sono :

$$L_{Aeq \text{ diurno}} = 70 \text{ dB[A]} \text{ e } L_{Aeq \text{ notturno}} = 60 \text{ dB[A]} , \text{ per ricettori entro la fascia A}$$

$$L_{Aeq \text{ diurno}} = 65 \text{ dB[A]} \text{ e } L_{Aeq \text{ notturno}} = 55 \text{ dB[A]} , \text{ per ricettori entro la fascia B}$$

- per i ricettori interessati da fasce di pertinenza relative a più sorgenti concorsuali (ovvero le sole infrastrutture stradali e ferroviarie di interesse nazionale, valgono i limiti riportati al comma B precedente diminuiti di:
 - **3 dB[A]** nel caso le sorgenti in totale siano **2** (principale + 1 concorsuale);
 - **5 dB[A]** nel caso le sorgenti concorsuali siano **3** (principale + 2 concorsuali);
 - **6 dB[A]** nel caso le sorgenti in totale siano **4** (principale + 3 concorsuali).

In questa fase la concorsualità è stata valutata esclusivamente su basi “geometriche” (appartenenza dei ricettori a due o più fasce di pertinenza di diverse infrastrutture di trasporto), mentre le ulteriori e più rigorose elaborazioni “acustiche” richieste dagli allegati 1 e 4 del DMA 29/11/2000, sono state prese in considerazione solo per la fase di definizione del piano di contenimento ed abbattimento del rumore (indici di priorità e definizione interventi).

Successivamente il calcolo è stato effettuato per la facciata più esposta di ogni edificio abitativo o sensibile, disponendo un ricettore in mezzera della facciata ed in corrispondenza di ogni piano: nel caso in cui il calcolo ha individuato anche un solo punto con livelli superiori ai limiti, il corrispondente edificio è stato considerato “critico” e quindi rientrante nelle “aree da risanare”.

I risultati sono riportati nell'appendice D.

5. Piano degli Interventi di Abbattimento e Contenimento del Rumore

L'obiettivo della seconda fase della redazione del piano di contenimento ed abbattimento del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali gestite da Autostrade per l'italia, è quello di definire la pianificazione degli interventi necessari per il conseguimento del rispetto dei limiti fissati nel DPR 30/3/2004, seguendo la procedura definita nel DMA 29/11/2000; oggetto dello studio sono tutti i ricettori residenziali e sensibili individuati come "critici".

Anche in tale fase è stato utilizzato il modello di simulazione precedentemente descritto, implementato con nuove procedure per il calcolo di tutti i parametri necessari per la definizione definire degli interventi e la loro pianificazione. In particolare le nuove funzionalità riguardano:

- ❑ la definizione delle aree elementari e delle zone da risanare;
- ❑ la determinazione delle sorgenti concorsuali;
- ❑ la scelta dei criteri di risanamento;
- ❑ il calcolo dell'indice di priorità per le zone da risanare e della gerarchia degli interventi;
- ❑ il dimensionamento del profilo ottimale delle barriere antirumore;
- ❑ la valutazione dei costi;
- ❑ la definizione delle tempistiche di intervento.

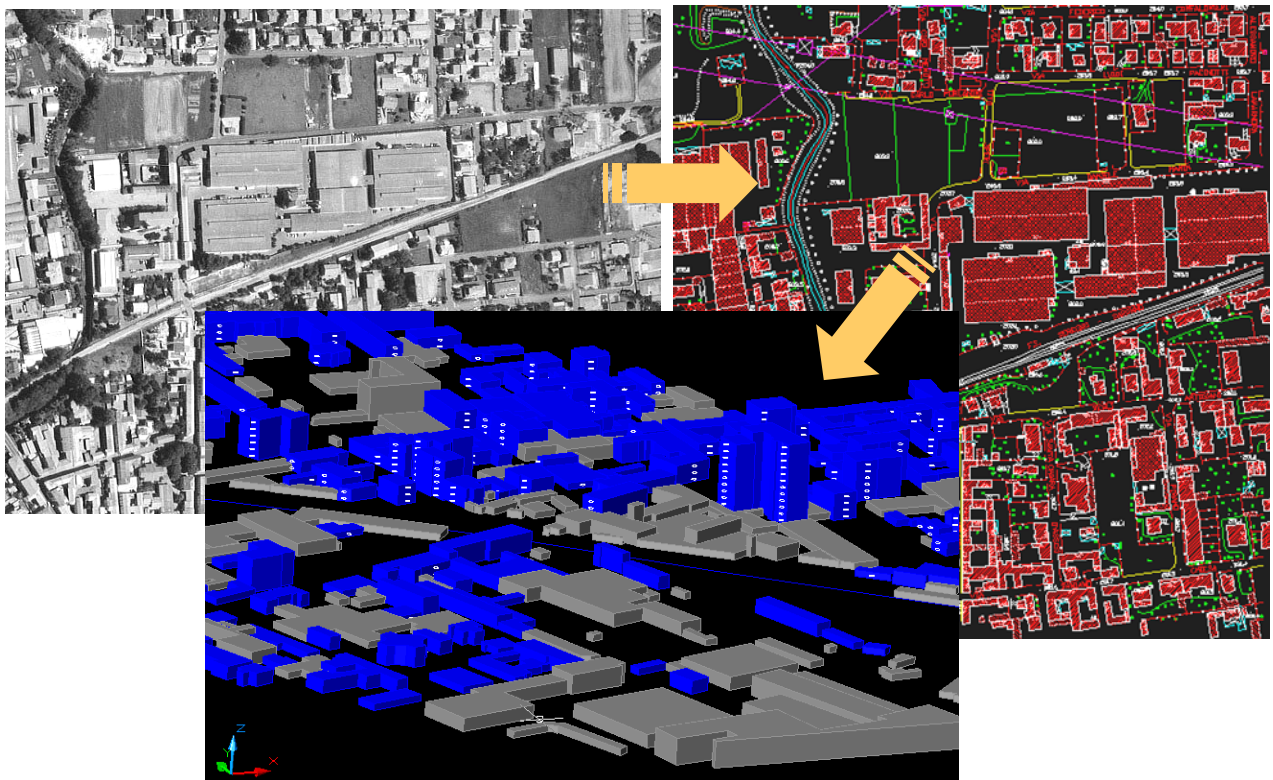
5.1 Individuazione delle aree da risanare

Le zone da risanare, o aree "A" così come definite nell'allegato I del DMA 29/11/2000, costituiscono l'unità territoriale su cui dimensionare gli interventi di risanamento. Esse sono a loro volta suddivisibili in aree elementari "A_i" caratterizzate da una variabilità di livello sonoro "L_i" non superiore a 3 dB[A], essendo "L_i" il livello equivalente in uno dei periodi di riferimento, valutato in facciata nel punto più critico.

La procedura messa a punto per l'esecuzione di tale attività, può essere sinteticamente descritta attraverso i seguenti passi:

- ❑ individuazione planimetrica degli edifici residenziali e dei ricettori sensibili, compresi nelle fasce di pertinenza dell'autostrada, per cui nella fase 1 sono stati stimati livelli sonori generati, dal traffico autostradale, superiori ai valore limite prima illustrati;

- determinazione planimetrica della facciata più esposta, in base ai criteri di minima distanza del punto medio di ogni parete dall'infrastruttura stradale e dall'angolo solido sotto cui la stessa infrastruttura viene "vista" dai singoli ricettori;
- posizionamento, ad 1 metro dalla facciata più esposta, di un punto di calcolo in corrispondenza di ogni piano, partendo da un'altezza di 1.5 metri dalla quota di base dell'edificio steso, e procedendo verso l'alto con passo di 3 metri;
- valutazione in ciascun punto di ricezione, dei livelli continui di pressione sonora ponderata A generati dal traffico autostradale fluente sulla tratta in esame, nei periodi diurno e notturno;
- generazione delle aree elementari A_i secondo i criteri espressi nell'allegato I del DMA 29/11/2000 (differenze non superiori a 3 dB[A]);
- generazione delle aree "A" da risanare mediante accorpamento delle aree " A_i " sulla base di criteri di prossimità di tale aree e delle possibili tipologie di interventi di mitigazione; si noti che nel caso di "ricettori isolati" l'area elementare " A_i " coincide con l'area da risanare "A".



Per tutti gli edifici abitativi e sensibili, presenti nell'area da risanare, è stata quindi adottata una procedura di valutazione del numero di persone esposte (vedi paragrafo 5.4) al fine di poter calcolare l'indice di priorità in base a cui creare la gerarchia degli interventi da seguire nella fase attuativa del piano.

5.2 Tipologie di intervento

Il DMA 29/11/2000 prescrive che i piani di abbattimento e contenimento del rumore forniscano indicazioni circa “l’individuazione degli interventi e delle relative modalità di realizzazione” specifica inoltre che si intervenga secondo la seguente scala di priorità:

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

Nei seguenti paragrafi vengono illustrate le modalità secondo cui Autostrade per l’italia ha impostato la realizzazione degli interventi.

5.2.1. *Interventi sulla sorgente*

Il gestore dell’infrastruttura non ha alcuna competenza per intervenire sull’emissione di rumore dei veicoli, compito che compete principalmente ai produttori (omologazione) ed ai proprietari (manutenzione) dei mezzi: pertanto l’unica opzione praticabile di intervento sulla sorgente è costituita dagli asfalti fonoassorbenti.

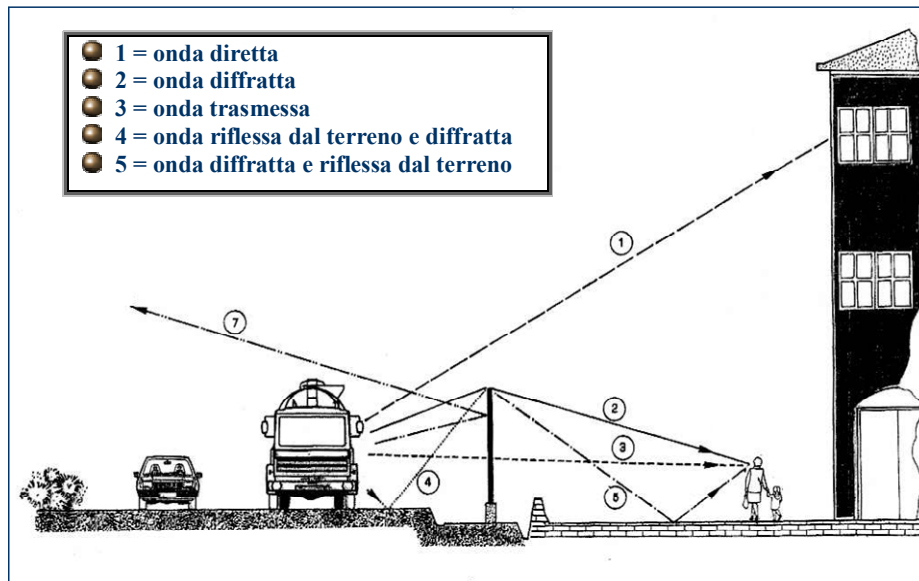
Il piano di abbattimento e contenimento del rumore recepisce in toto i programmi di rinnovo e manutenzione delle pavimentazioni attraverso cui, nei prossimi anni, le pavimentazioni chiuse saranno quasi completamente sostituite con quelle drenanti o ecodrenanti, aventi la duplice funzione di riduzione sia del rumore che dei fenomeni di acqua-planing in caso di pioggia. I principi sui quali si basa l’effetto di tali pavimentazioni sono essenzialmente riconducibili alla riduzione:

- dei fenomeni di air-pumpig fra scanalature dei pneumatici e superficie stradale;
- dei fenomeni di amplificazione dovuti all’effetto “corno” fra superficie stradale e battistrada.

Inoltre le pavimentazioni fonoassorbenti contribuiscono a ridurre il contributo di tutte le altre sorgenti (motore, scarico, trasmissione) a seguito dell’effetto dell’assorbimento delle riflessioni multiple fra superficie stradale e sottoscocca, come anche la propagazione da sorgente a ricettore per assorbimento dell’onda riflessa sulla superficie stradale.

5.2.2 *Interventi sulle vie di propagazione*

Le barriere antirumore costituiscono la soluzione più sperimentata e diffusa per il controllo del rumore per quanto riguarda le infrastrutture autostradali. I fenomeni attraverso cui le barriere antirumore esplicano la loro funzione sono sommariamente illustrati nella seguente figura:



Nelle zone di “ombra acustica” generate dallo schermo, l’attenuazione che può essere ottenuta è compresa in genere fra 4 e 15 dB[A], in funzione della posizione sorgente/ricettore e dell’altezza/lunghezza della barriera. Valori di attenuazione superiori sono tecnicamente raggiungibili, ma solo mediante interventi più complessi, quali ad esempio barriere con speciali aggetti, coperture totali o parziali mediante baffles.

Nella predisposizione del piano di risanamento acustico si sono adottate le soluzioni parametriche, schematicamente rappresentate nelle seguenti figure:



A



B



C

- A. barriere verticali totalmente fonoassorbenti, di altezza variabile da 2 a 6 metri, con passo minimo di 1 metro;
- B. barriere integrate sicurezza ed antirumore;
- C. coperture totali e/o coperture parziali mediante baffles fonoisolanti/fonoassorbenti.

Non si sono presi in esame aspetti quali la scelta dei componenti e dei materiali, le forme o la presenza di diffrattori, in quanto tali peculiarità saranno trattate in modo esaustivo in fase di progettazione definitiva degli interventi.

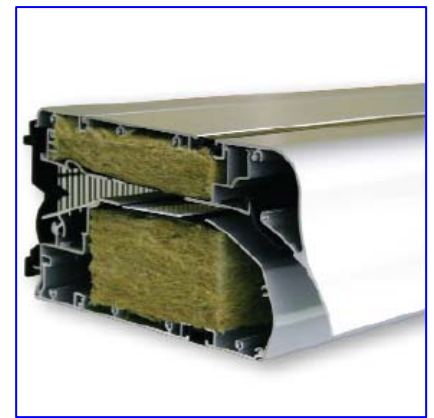
5.2.3 Interventi sul ricettore

Come già prima riportato, sia il DPR 30/03/2004 che il DMA 29/11/2000 prevedono espressamente la possibilità di ricorrere a interventi diretti sui ricettori “qualora lo impongano valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale”.

Nel caso di ricettori isolati o di edifici molto alti direttamente prospicienti l'autostrada, l'intervento maggiormente conveniente ed efficace è l'insonorizzazione diretta degli edifici. Sebbene ogni situazione particolare costituisca un caso a sé, con la necessità cioè di effettuare diagnosi accurate, in linea di massima si può affermare che l'azione prioritaria per migliorare l'isolamento acustico globale delle facciate debba essere effettuata sulle superfici vetrate attraverso le alternative di seguito riportate in ordine di efficacia acustica crescente:

- ❑ sostituzione dei vetri tradizionali con vetri antirumore, come ad esempio multistrato di maggior spessore o doppi vetri con intercapedine riempita con speciali gas, come l'esafluoruro di zolfo, per migliorarne le capacità fonoisolanti;
- ❑ impiego di infissi antirumore, realizzati con telai a sezione speciale accoppiati mediante giunti elastici per impedire la trasmissione per via solida;
- ❑ realizzazione di doppi infissi, in aggiunta a quelli esistenti.

Di particolare interesse risulta la soluzione mediante infissi autoventilati (vedi figure seguenti), già sperimentata ed adottata da Autostrade per l'italia nel Progetto Pilota di Genova, in quanto tale tecnologia permette di garantire un elevato fonoisolamento e contemporaneamente consente un passaggio dell'aria sufficiente per le esigenze di ricambio dell'ambiente interno.



Nella redazione del piano si è presa in considerazione la sola opzione di infissi antirumore autoventilati.

5.3 Criteri di dimensionamento e pianificazione degli interventi

Le barriere antirumore sono state dimensionate acusticamente (definizione di altezza e lunghezza) con il modello di calcolo previsionale precedentemente descritto, adottando però una procedura semplificata (numero ridotto di riflessioni e diffrazioni) al fine di ridurre i tempi di calcolo: infatti in tale fase è importante soprattutto pervenire ad una stima attendibile dell'entità degli interventi per poterne correttamente stimare costi e tempistiche di attuazione. Nella successiva fase di durata quindicennale prevista per la progettazione definitiva e realizzazione delle opere, si provvederà a trattare in dettaglio tutti gli aspetti sia acustici (altezza e lunghezza della barriera, presenza di diffrattori o aggetti), che di sicurezza (posizione rispetto alla barriera di sicurezza, pericolo incendi, resistenza agli urti, etc.) e di inserimento ambientale (materiali, forme e colori).

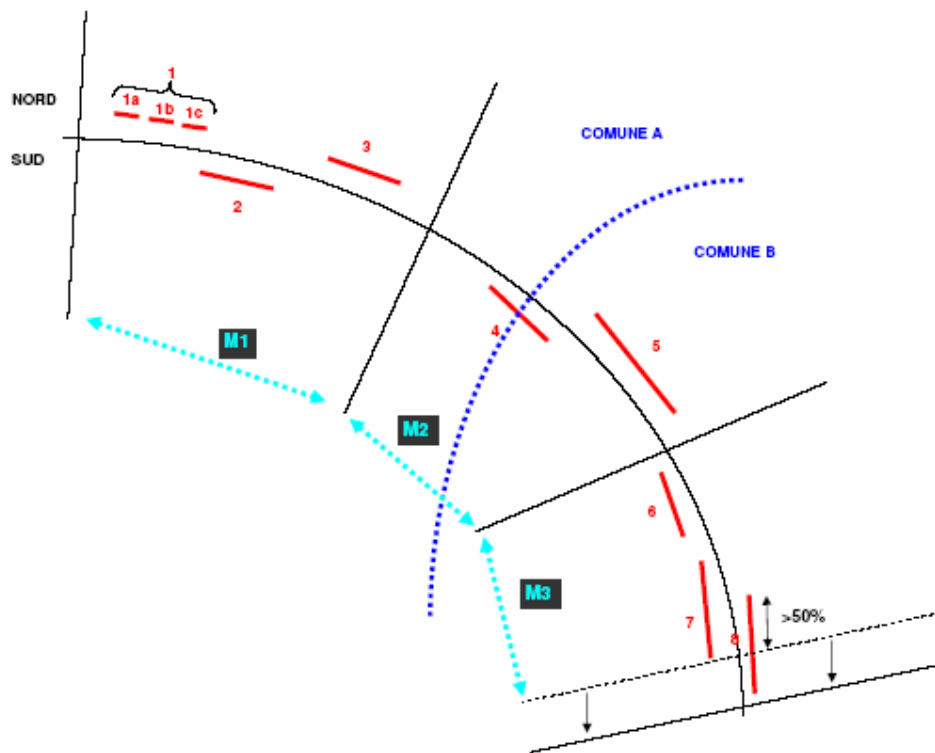
La superficie ed il numero di finestre antirumore sono state invece calcolati in modo parametrico, seguendo le indicazioni del DM Sanità 05/07/75 ovvero considerando una superficie vetrata pari ad 1/8 dell'area totale dei piani o degli edifici isolati per cui l'impiego delle barriere non riesce a garantire il raggiungimento dei limiti di facciata; anche in questo caso, l'esatta diagnosi di quanto realmente necessario, verrà effettuato in fase di progettazione acustica definitiva. Inoltre, in fase di attuazione delle opere previste nel piano, il ricorso alla mitigazione con finestre sarà effettuato a seguito di una specifica procedura volta a giustificare e rendere più oggettivi i criteri di selezione, tenendo cioè conto dei costi unitari di protezione eseguiti tramite interventi diretti o tramite barriere.

La pianificazione degli interventi, che costituisce una parte fondamentale del piano di risanamento acustico, è stata invece effettuata con le seguenti finalità:

- distribuire nel modo più omogeneo possibile la realizzazione degli interventi nei prossimi quindici anni;
- garantire una adeguata continuità di presentazione dei progetti definitivi ed espletamento degli iter autorizzativi;
- standardizzare i componenti dei manufatti, pur tenendo conto delle, a volte, contrastanti esigenze di inserimento ambientale, in modo da poter indirizzare le scelte verso produzioni di serie che possano garantire la qualità e durabilità dei prodotti;
- standardizzare le soluzioni costruttive, principalmente fondazioni e tecnologie di posa in opera, in modo da ridurre la durata delle fasi di cantiere e quindi contenere quanto più possibile le restrizioni di traffico ed i conseguenti disagi alla circolazione.

Occorre infatti ricordare che le tutte attività afferenti al piano di risanamento acustico, costituendo un costante adeguamento alla normativa vigente, si configurano in pratica come un “unicum” continuo ed integrato alla manutenzione ordinaria dell’infrastruttura, tenendo per di più conto che nella maggior parte dei casi la realizzazione delle barriere antirumore è abbinata al rifacimento delle pavimentazioni ed all’adeguamento dei guard-rail.

Pertanto per pianificare le opere secondo i criteri sopra esposti, si è cercato di “accorpare” i singoli interventi secondo la procedura illustrata nella figura seguente e di seguito descritta:



- identificazione delle aree da proteggere secondo quanto descritto nel paragrafo 5.1;
- calcolo di massima di altezza e lunghezza dello schermo acustico: in pratica si profila il bordo di diffrazione della barriera, identificando i cosiddetti “interventi elementari” (vedi elementi 1a, 1b, 1c) caratterizzati da una continuità in altezza e/o in tipologia realizzative;
- accorpamento di elementi elementari senza soluzione di continuità planimetrica per la realizzazione di un “microintervento” (vedi elementi 1,2 3, 4,) rispetto a cui viene calcolato l’indice di priorità (vedi paragrafo 5.4) ;
- raggruppamento di N microinterventi per costituire un “macrointervento” (vedi elementi M1, M2, M3). Come si nota dalla figura un macrointervento può essere interamente contenuto nei confini di un solo comune o interessare quelli di due o più comuni; per ciascun macrointervento viene infine calcolato il relativo indice di priorità “ p ”, ottenuto dalla somma degli indici dei

singoli microinterventi, utilizzato per creare la gerarchia degli interventi, sia a livello regionale che nazionale (vedi paragrafo 5.4).

Al macrointervento vengono anche attribuiti, tutti gli “interventi diretti sul ricettore” presenti nella tratta interessata dal macrointervento stesso.

5.4 Calcolo degli Indici di Priorità

Secondo le specifiche dell'allegato I del D.M.A. del 29/11/2000 l'indice di priorità “*p*” viene calcolato utilizzando la seguente formula:

$$p = \sum_{i=1}^n R_i (L_i - L_i^*)$$

Dove:

- R_i* è il numero di persone esposte, computate calcolando il volume di ogni piano di tutti gli edifici abitativi e sensibili da risanare, e successivamente ipotizzando, in base ai più diffusi criteri di igiene e sanità, una densità abitativa di un abitante ogni 100 m³ di unità immobiliare (per i sensibili vengono stimati i posti letto per ospedali e case di cura, oppure i banchi per le scuole)
- L_i* sono i livelli attuali di esposizione, calcolati con il modello previsionale e le procedure sopra descritte relative ai punti di ricezione ed ai flussi/condizioni di traffico medi annuali, distinguendo fra periodo di indagine diurno (06:00 - 22:00) e notturno (22:00 – 06:00)
- L_i** sono i limiti ammissibili per ciascun ricettore, ricavati applicando il criterio della concorsualità.

Per tutti i ricettori disposti entro le fasce di pertinenza ed appartenenti alle aree critiche ed alle zone di attenzione acustica, i limiti sono stati definiti tenendo conto della concorsualità, valutata secondo i criteri acustici definiti negli allegati 1 e 4 del DMA 29/11/2000, applicando la procedura di seguito descritta:

- individuazione delle sorgenti secondarie e degli edifici su cui insistono più fasce di pertinenza; in analogia a quanto svolto nella prima fase, in tale attività si sono prese in esame strade statali, provinciali e comunali di grande comunicazione e le reti ferroviarie (RFI e regionali);
- attribuzione alle sorgenti concorsuali di tipo stradale di specifici parametri funzionali (volumi e composizione del traffico, velocità medie, etc.), dedotti dai rilievi strumentali effettuati sulle sorgenti secondarie durante le campagne di misura descritte al paragrafo 4.3 e durante oltre 30 progetti esecutivi di protezioni antirumore effettuati in molteplici tratti della rete autostradale di Autostrade per l'italia. In linea generale, è stato utilizzato un criterio di ripartizione dei dati medi

per tipologia di strada su base regionale o, in casi particolari, in mancanza di dati sperimentali, dai valori riportati nella seguente tabella:

Tipologia infrastruttura	Parametri di traffico ⁽¹⁾			
	Periodo diurno (06:00– 22:00)		Periodo notturno (22:00 – 06:00)	
	TGM (veicoli/h)	Composizione (% pesanti)	TGM (veicoli/h)	Composizione (% pesanti)
Autostrada primaria importanza	2500	22	1250	30
Autostrada media importanza	1500	20	750	25
Autostrada secondaria importanza	1000	20	500	25
Strada statale primaria	1600	10	800	20
Strada statale secondaria	900	8	450	15
Strada provinciale primaria	1300	7	650	12
Strada provinciale secondaria	600	4	300	8
Comunale tipo 1 ⁽²⁾	3000	2	1500	3
Comunale tipo 2 ⁽²⁾	2200	2	1100	3
Comunale tipo 3 ⁽²⁾	1400	2	700	3

Nota (1) : per quanto riguarda le velocità medie, vengono assunti i limiti di legge specifici per ogni tratta.
Nota (2) :le strade comunali sono classificate come segue, in funzione della popolazione del comune stesso:
tipo 1 = abitanti < 75.000 tipo 2 = abitanti > 75.000 e < 250.000
tipo 3 = abitanti >250.000 e < 500.000 tipo 4 = abitanti > 500.000

- per il traffico stradale dell'autostrada (sorgente principale) si sono ovviamente utilizzati i dati dedotti a consuntivo nel 2006 e proiettati all'anno 2012 (vedi paragrafo 4.4);
- attribuzione alle sorgenti concorsuali di tipo ferroviario dei parametri funzionali (volumi e composizione traffico, velocità medie) dedotti dagli orari ufficiali e dai moduli M42;
- per le sorgenti concorsuali di tipo ferroviario, per le diverse categorie di convogli, si è fatto riferimento ai livelli di potenza sonora utilizzati da RFI per predisporre il proprio piano di risanamento acustico mentre i fattori di direttività sono stati desunti dalla banca dati della procedura DISIA del Ministero dell'Ambiente;
- verifica per ciascun ricettore dell'applicabilità o meno dei criteri di concorsualità, valutando in corrispondenza di ciascun ricettore se i livelli prodotti da ciascuna delle sorgenti concorsuali siano tali da soddisfare entrambi i seguenti requisiti:
 - A. i valori sono inferiori al limite di soglia L_S , con $L_S = L_{zona} - 10 \log_{10} (N-1)$, 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].

Nel caso in cui anche uno solo dei requisiti A o B non sia soddisfatto, la sorgente in esame deve essere presa in considerazione come "concorsuale" rispetto alla principale;

- definizione dei limiti ammissibili, applicando la formula $L_S = L_{zona} - 10 \log_{10} N$, dove N è il numero totale di sorgenti “concorsuali”.

In definitiva, le varie zone oggetto di risanamento sono state raggruppate in funzione dei macrointerventi precedentemente definiti, calcolandone infine l'indice di priorità.

5.5 Valutazione dei costi d'intervento

Per la valutazione dei costi degli interventi, secondo quanto definito nel DMA 29/11/2000, è possibile adottare due criteri distinti:

- adozione dei valori di riferimento riportati nell'allegato 3 del DMA del 29 novembre 2000
- definizione dei costi parametrici delle soluzioni standard descritte nei paragrafi 5.2 al fine di ottenere una stima dei costi più realistica.

Essendo trascorsi ormai sette anni dalla pubblicazione del DMA citato, nella predisposizione del piano, Autostrade per l'italia ha seguito il secondo criterio, in modo da poter pervenire ad una corretta programmazione finanziaria degli interventi; i costi unitari sono stati ottenuti a consuntivo sulla base delle esperienze del Progetto Pilota di Genova e degli altri interventi realizzati da Autostrade per l'italia dal 2002 ad oggi.

Sono state prese in esame tutte le fasi di progettazione (acustica ed esecutiva), costruzione e collaudo delle opere, ricavando i costi parametrici delle seguenti voci:

- Progettazione
- Esecuzione lavori
- Collaudo

Infine si è ottenuto il costo degli “interventi elementari”, differenziato in funzione dei parametri più influenti, ovvero:

- tipologia di intervento
- tipologia di fondazione

5.6 Verifica degli interventi

Il DMA 29/11/2000 al comma 5 dell'articolo 2, prevede che *“entro sei mesi dalla data di ultimazione di ogni intervento previsto nel piano di risanamento, la società o l'ente gestore, nelle aree oggetto dello*

stesso piano, provvede ad eseguire rilevamenti per accertare il conseguimento degli obiettivi e trasmette i dati relativi al comune ed alla regione o all'autorità da essa indicata”.

Ovviamente tali accertamenti e collaudi saranno effettuati su quanto definito in fase di progetto definitivo degli interventi, e non sui dati riportati nel presente studio che, si ripete, rappresentano esclusivamente un dimensionamento di massima utile ai fini della definizione delle priorità ed alla pianificazione temporale e finanziaria delle attività.

Qui di seguito sono sinteticamente riportati i criteri generali secondo cui saranno eseguiti i rilevamenti da parte di Autostrade per l'italia. Innanzitutto è importante sottolineare che tutti gli accertamenti in fase di collaudo saranno effettuati integrando misure a calcoli, in quanto una tale attività, basata esclusivamente su monitoraggi, risulterebbe impraticabile per i seguenti motivi:

- per motivi tecnici: l'obiettivo degli interventi di risanamento è ridurre l'inquinamento acustico causato dall'autostrada entro i limiti previsti dalla vigente normativa, ottenuti cioè applicando il criterio della concorsualità. Pertanto i monitoraggi, che secondo quanto definito nel DMA 16/3/1998 devono essere effettuati in modo continuativo per una durata pari ad almeno una settimana. Dovrebbero inoltre essere eseguiti con apparecchiature in grado di stimare separatamente il contributo della rumorosità causato dal traffico autostradale distinguendolo qualitativamente e quantitativamente dai contributi di tutte le altre sorgenti (traffico locale, industria, attività antropiche, eventi casuali, etc.); allo stato attuale non esistono strumenti in grado di eseguire tali analisi con la precisione richiesta.
Inoltre i dimensionamenti acustici sono effettuati su flussi e condizioni di traffico medi annuali e per di più proiettati ad anni successivi rispetto alla data di presentazione dei progetti (in genere 5 anni): pertanto i monitoraggi dovrebbero essere effettuati selezionando i giorni in maniera tale da far coincidere i dati di traffico durante il periodo di monitoraggio con quelli di progetto;
- di tempistica: il piano di risanamento riguarda tutti i ricettori posti entro le zone critiche che, nelle zone ad alta urbanizzazione, significherebbe numerosissimi punti di collaudo, ciascuno di durata pari ad almeno una settimana. Tale situazione, pur con massicci impieghi di centraline, richiederebbe comunque tempi di collaudo non compatibili con le esigenze dei cittadini e degli enti locali nonché difficoltà di gestione dei tempi contrattuali con le Imprese esecutrici;
- motivi economici: il costo dei monitoraggi, esteso a tutti i ricettori protetti dallo specifico intervento, sarebbe eccessivamente oneroso (ed in alcuni casi più costoso dell'opera stessa da collaudare).

Per i motivi sopra esposti, la procedura di verifica e collaudo degli interventi di bonifica acustica sarà articolata nella seguenti fasi integrate:

- monitoraggi (traffico e rumore) in condizioni di ante-operam in posizioni preselezionate e successiva taratura dei modelli di calcolo impiegato per la progettazione degli interventi;
- verifica conformità prodotti/sistemi (prima della consegna lavori) e collaudo prodotti/sistemi, in fase di realizzazione dell'opera prima del completamento degli interventi;
- monitoraggi (traffico e rumorosità) in condizioni post-operam nelle posizioni predefinite e verifica statistica degli scostamenti fra dati strumentali e di calcolo presso tutti i vari ricettori.

6. La fase attuativa del piano degli interventi di contenimento ed abbattimento

Il piano di abbattimento e contenimento del rumore predisposto da Autostrade per l'italia prevede la realizzazione di un numero elevato di macrointerventi organizzati, come evidenziato nei paragrafi precedenti, sia sulla base di considerazioni di carattere acustico ma anche e soprattutto di carattere gestionale. La natura e l'estensione delle opere da realizzarsi in tutto il territorio nazionale, determinano la potenziale insorgenza di molteplici problematiche organizzative che, se trascurate, potrebbero portare a sensibili disagi per gli utenti.

E' possibile individuare per ciascun macro-intervento quattro distinte fasi operative, e precisamente:

1. progettazione acustica di dettaglio

- affidamento
- esecuzione

2. progettazione esecutiva strutturale

- affidamento
- esecuzione

3. Realizzazione degli interventi

- affidamento dell'intervento
- esecuzione dell'intervento

4. collaudo

- verifica e conformità dei materiali
- statico ed acustico

Sulla base delle esperienze finora maturate da Autostrade per l'italia, è stato elaborato (vedi figura seguente) un "cronoprogramma tipo" relativo ad un macrointervento di media estensione.

IPOTESI CRONOPROGRAMMA PER MACRO INTERVENTO MEDIO																																															
INCIDENZE TEMPORALI FASI DEL PROCESSO			MESI																																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39						
Progettazione acustica di dettaglio	MESI	4																																													
affidamento*	2		A	A																																											
realizzazione	2				A	A																																									
Progettazione esecutiva	MESI	7																																													
affidamento**	2					E	E																																								
realizzazione	5						E	E	E	E	E																																				
Realizzazione intervento	MESI	27																																													
affidamento***	9													L	L	L	L	L	L	L	L	L	L																								
autorizzazioni	3																							L	L	L																					
interferenze	3																										L	L	L																		
esecuzione	12																													L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
Collaudo Intervento	MESI	1																																													
collaudo acustico + statico	1																																														
TOTALE	MESI	39	A	A	A	A	E	E	E	E	E	E	E	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	

* I tempi di affidamento della progettazione acustica di dettaglio sono stimati nelle ipotesi di adozione di procedure di appalto di tipo privatistico
 ** I tempi di affidamento della progettazione esecutiva sono stimati nelle ipotesi di adozione di procedure di appalto di tipo privatistico
 ***Il tempo di affidamento della realizzazione dell'intervento è stimato nelle ipotesi di adozione di procedure di appalto previste dall' art. 12 del decreto legislativo n. 263 del 3 Ottobre 2006

Dall'esame di quanto riportato nel "cronoprogramma tipo", risulta evidente che tutte le attività di gestione devono essere improntate ad un sistematico e stringente controllo delle tempistiche attuative, affinché tutti gli interventi previsti nel piano possano essere portati a termine entro i termini stabiliti dalla legge. Del resto, esaminando il cronoprogramma stesso, si nota come le fasi di affidamento dei lavori e degli iter autorizzativi, nel loro insieme, abbiano una durata pari a circa il 30 % del tempo complessivo di esecuzione del macro-intervento. In tali fasi, inoltre, sussistono spesso vincoli non direttamente gestibili da parte di Autostrade per l'italia, che possono determinare rallentamenti anche sensibili nel processo di attuazione operativa del piano, e precisamente:

- ❑ l'avvio delle fasi di progettazione e realizzazione degli interventi, in relazione alle modalità di affidamento;
- ❑ le autorizzazioni paesaggistiche, idrogeologiche, urbanistiche e di genio civile che devono essere rilasciate da parte degli enti territorialmente competenti

Si ritiene pertanto fin d'ora importante sottolineare che la piena attuazione del piano, nei tempi previsti dalla legge, potrà essere fortemente e positivamente influenzata dall'adozione di

- ❑ *modalità semplificate di affidamento dei servizi e realizzazione degli interventi*
- ❑ *procedure standard semplificate di autorizzazioni da parte degli Enti locali*

A proposito del primo punto, si ricorda che l'articolo 12 del Decreto Legislativo n. 263 del 3 ottobre 2006, convertito con la legge 286 del 26 novembre 2006 e s.m.i., attualmente impone ad Autostrade per l'italia di agire a tutti gli effetti come una amministrazione aggiudicatrice negli affidamenti di lavori, servizi e forniture e di utilizzare, pertanto, procedure di gara di tipo pubblicistico i cui tempi medi di

esperimento portano alle durate di realizzazione degli interventi mostrate nel crono programma tipo di cui sopra. Si ricorda fra l'altro che l'installazione delle protezioni antirumore comporta, nella maggior parte dei casi, l'adeguamento anche delle barriere di sicurezza (o l'installazione di barriere integrate sicurezza e rumore) e la realizzazione, ove non presente, della pavimentazione fonoassorbente.

Altrettanto importante è la fase relativa all'iter autorizzativo da parte degli enti locali competenti: in quanto dall'esperienza data dai numerosi interventi realizzati nel corso degli ultimi anni, non si è ancora riusciti a definire una procedura standard, comune, consolidata e condivisa per quanto riguarda i vari rapporti che l'ente proprietario dell'infrastruttura deve porre in essere con gli enti interessati, sia per l'espletamento delle pratiche di autorizzazione sia per fornire una efficace informazione al pubblico ed ai cittadini.

7. Conclusioni

Il piano impegnerà direttamente Autostrade per l'italia nei prossimi quindici anni, così come previsto dal DMA 29/11/2000, in attività coordinate e gestite con i criteri assimilabili a quelli di una manutenzione dell'infrastruttura, allo scopo di perseguire un costante e tempestivo adeguamento alle norme di legge ed un reale miglioramento delle condizioni ambientali.

Affinché l'intero piano abbia successo è comunque essenziale una forte ed attiva partecipazione degli enti locali interessati (principalmente Regioni e Comuni), soprattutto ai fini di uno speditivo espletamento degli iter autorizzativi per le diverse fasi intercorrenti fra la presentazione del piano generale e dei vari progetti definitivi, fino al collaudo degli interventi specifici.