

**ATTUAZIONE DEGLI ADEMPIMENTI DEL
DMA DEL 29 NOVEMBRE 2000 E
DEL DPR N. 142 DEL 30 MARZO 2004**



**AREA CRITICA E PIANO DI RISANAMENTO
DELLA RETE DI
TANGENZIALE DI NAPOLI S.P.A.**

RELAZIONE TECNICA

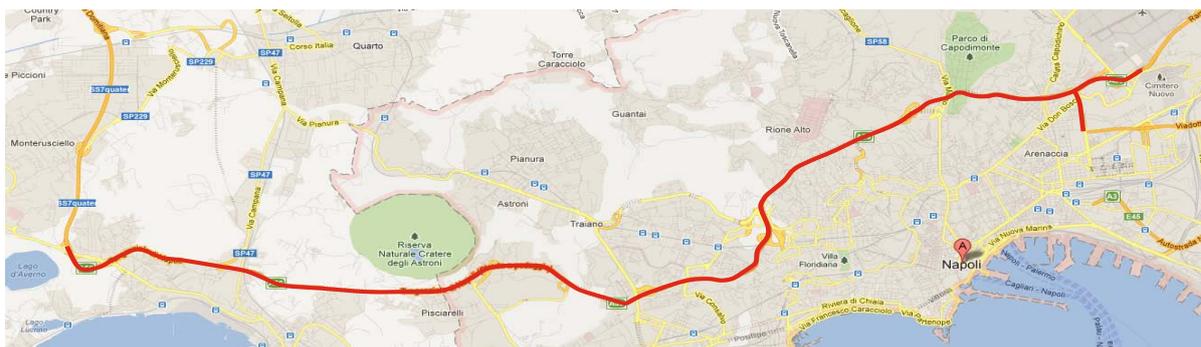
1. PREMESSA	3
2. ANALISI DELLA NORMATIVA	5
3. MODALITA' DI PRESENTAZIONE AI COMUNI, REGIONI E MINISTERO DELL'AMBIENTE.. 8	
3.1 Appendice A - Inquadramento Cartografico.....	9
3.2 Appendice B - Corridoio di indagine, classificazione degli edifici e punti di misura.....	10
3.3 Appendice C - Sorgenti coinvolte ed effetti concorsuali sul territorio	11
3.4 Appendice D - Aree di criticità acustica	13
3.5 Appendice E - Piano di risanamento.....	15
3.6 Altri elaborati di sintesi.....	16
4. CENSIMENTO DELLE AREE DI CRITICITA' ACUSTICA.....	19
4.1 Realizzazione della cartografia tridimensionale della rete autostradale.....	19
4.2 Modello di simulazione acustica	21
4.3 Campagna dei rilievi strumentali.....	22
4.3.1 Emissione acustica del traffico autostradale	22
4.3.2 Immissione in punti caratteristici.....	23
4.3.3 Rilievi di traffico.....	25
4.3.4 Principio di funzionamento.....	25
4.4 Taratura e verifica del modello di simulazione acustica	29
4.5 Analisi della conformazione della sezione e del traffico autostradali.....	30
4.6 Censimento delle aree di criticità acustica	31
5. PIANO DI INTERVENTI DI ABBATTIMENTO E CONTENIMENTO DEL RUMORE	32
5.1 Individuazione delle aree da risanare	32
5.2 Tipologie di intervento.....	33
5.2.1 Interventi sulla sorgente.....	33
5.2.2 Interventi sulle vie di propagazione.....	34
5.2.3 Interventi sul ricevitore	34
5.3 Criteri di dimensionamento e pianificazione degli interventi.....	35
5.4 Calcolo degli indici di priorità	37
5.5 Risultati del modello di simulazione ed implementazione nel sistema GIS	38
5.6 Propagazione acustica in sezione	39
5.7 Valutazione dei costi d'intervento	40
5.8 Verifica degli interventi.....	41
6. LA FASE ATTUATIVA DEL PIANO DI RISANAMENTO.....	43
7. CONCLUSIONI	45

1. PREMESSA

Nella presente relazione tecnica sono illustrate le attività svolte Tangenziale di Napoli S.p.A. 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 paragrafo 3 costituisce l'adempimento formale di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 29 novembre 2000, relativamente alla comunicazione da fornire agli enti locali interessati (Comuni e Regione) circa le opere di bonifica acustica da effettuare nelle cosiddette "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. Lo studio è articolato in due parti, di cui la prima è finalizzata all'individuazione delle aree critiche, ovvero quelle zone in cui i ricettori risultano esposti a livelli di rumorosità indotta dal traffico stradale superiori ai limiti ammissibili. 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 Ambiente
- Censimento delle Aree di Criticità Acustica
 - Cartografia della rete
 - 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

Il piano acustico si riferisce all'intera rete gestita da Tangenziale di Napoli S.p.A. (vedi figura seguente), ovvero oltre 20 km di autostrade che interessano la Regione Campania, la Provincia di Napoli ed il comune di Pozzuoli oltre quello di Napoli.



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 e/o Ministero Ambiente)
- Monitoraggi acustici e microclimatici
- Monitoraggi di traffico

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 Tangenziale di Napoli.

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, prendendo cioè in considerazione il numero di ricettori esposti e la differenza fra livelli attuali di rumore e 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. (GU n. 127 del 1 giugno 2004)

Questo Decreto completa lo scenario legislativo in quanto arriva a fissare dei limiti a seconda della tipologia di infrastruttura stradale ed in funzione di fasce di pertinenza. All'interno di queste ultime non si deve tenere conto delle zonizzazioni acustiche comunali. In particolare:

- le infrastrutture stradali sono 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, valutati in facciata 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

- se 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. MODALITA' 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 dei trasporti 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 Tangenziale di Napoli al Ministero dell'Ambiente, alle Regioni ed ai Comuni interessati; infatti la Regione, d'intesa con gli enti locali interessati, può 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 ed avviare celermente gli iter autorizzativi necessari a dare piena attuazione al piano.

D'altra parte le attività di risanamento rientrano a pieno titolo nei "piani di azione" definiti dal Decreto Legislativo n. 194 del 19 Agosto 2005, uno dei cui obiettivi è "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.

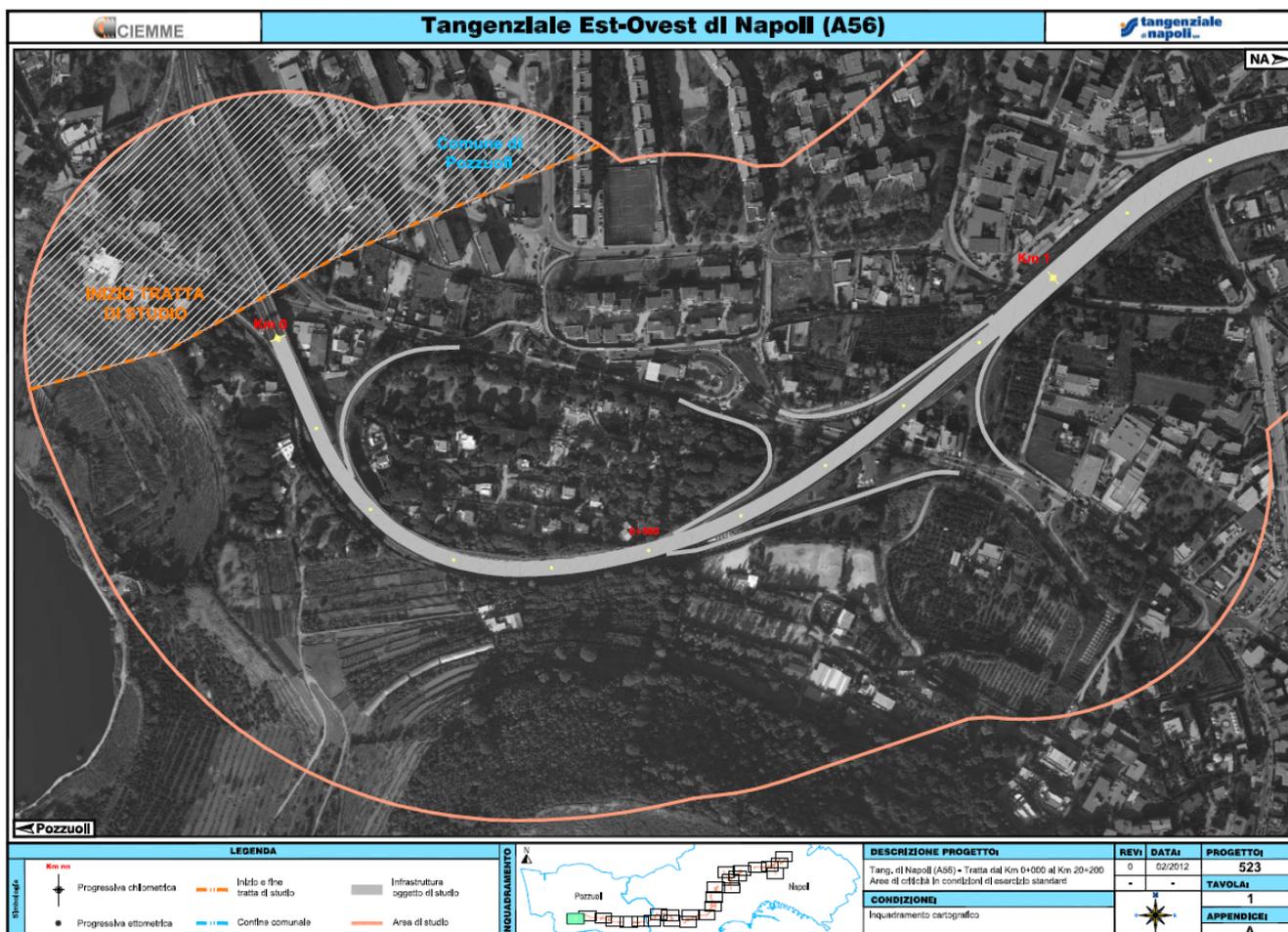
È pertanto evidente che i gli stessi dati forniti ai fini autorizzativi siano contestualmente consultabili ed interpretabili anche da "non addetti ai lavori", come del resto esplicitamente richiesto dal Decreto Legislativo n. 195 del 19 agosto 2005 per l'attuazione della direttiva comunitaria sull'accesso 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 ed in ogni appendice vi è la ricorrenza del riquadro individuabile per Autostrada di riferimento e numero progressivo da "1" a "n" secondo il criterio delle chilometriche crescenti. Sono state redatte 5 appendici che di seguito sono dettagliatamente descritte.

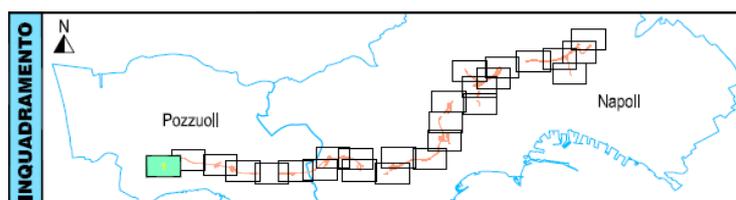
3.1 Appendice A - Inquadramento Cartografico

In questa appendice viene illustrato il territorio attraverso aerofotogrammetrie ottenute nella fase di sorvolo finalizzata alla redazione della cartografia tridimensionale del territorio. Le chilometriche autostradali sono riportate in modo grafico con "pallini" ettometrici e scritte con cadenza di 500 m.



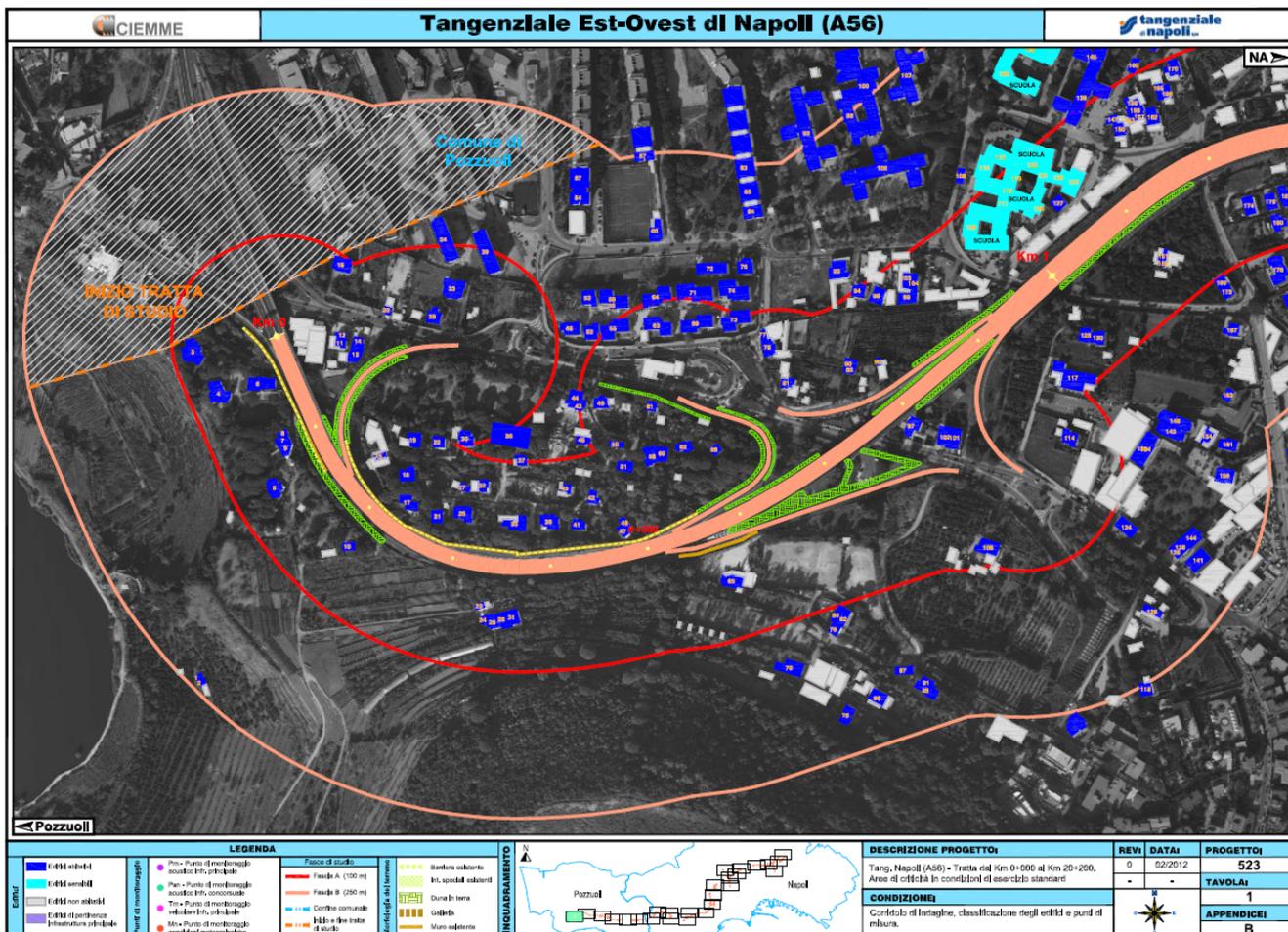
Nella tavola, di cui si allega fac simile, sono riportati:

- il o i confini comunali con la denominazione dei vari Comuni interessati;
- le direttrici principali dell'infrastruttura
- il quadro di riferimento delle numerazione e disposizione delle tavole con in verde l'indicazione del riquadro in fase di visualizzazione



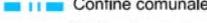
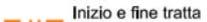
3.2 Appendice B - Corridoio di indagine, classificazione degli edifici e punti di misura

In questa appendice vengono riportati in sovrapposizione allo sfondo tutti gli elementi di territorio che hanno una interferenza nel cammino di propagazione dell'onda sonora tra sorgente e ricettore. Per una chiarezza di lettura 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 fac simile, sono riportati, oltre che 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 della infrastruttura autostradale;
- I punti di misura, quando presenti, relativamente ai monitoraggi acustici, meteo e di traffico utilizzati per la calibrazione del modello di calcolo;
- Gli elementi geometrici in prossimità dell'infrastruttura principale ed interferenti sotto il profilo acustico quali barriere antirumore esistenti, dune in terra, muri esistenti; 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 quelli a prevalente destinazione d'uso residenziale, in celeste i sensibili (scuole, ospedali e case di cura), in violetto quelli di pertinenza di Tangenziale di Napoli SpA ed in grigio quelli a prevalente destinazione d'uso produttiva 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 Tangenziale di Napoli, 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

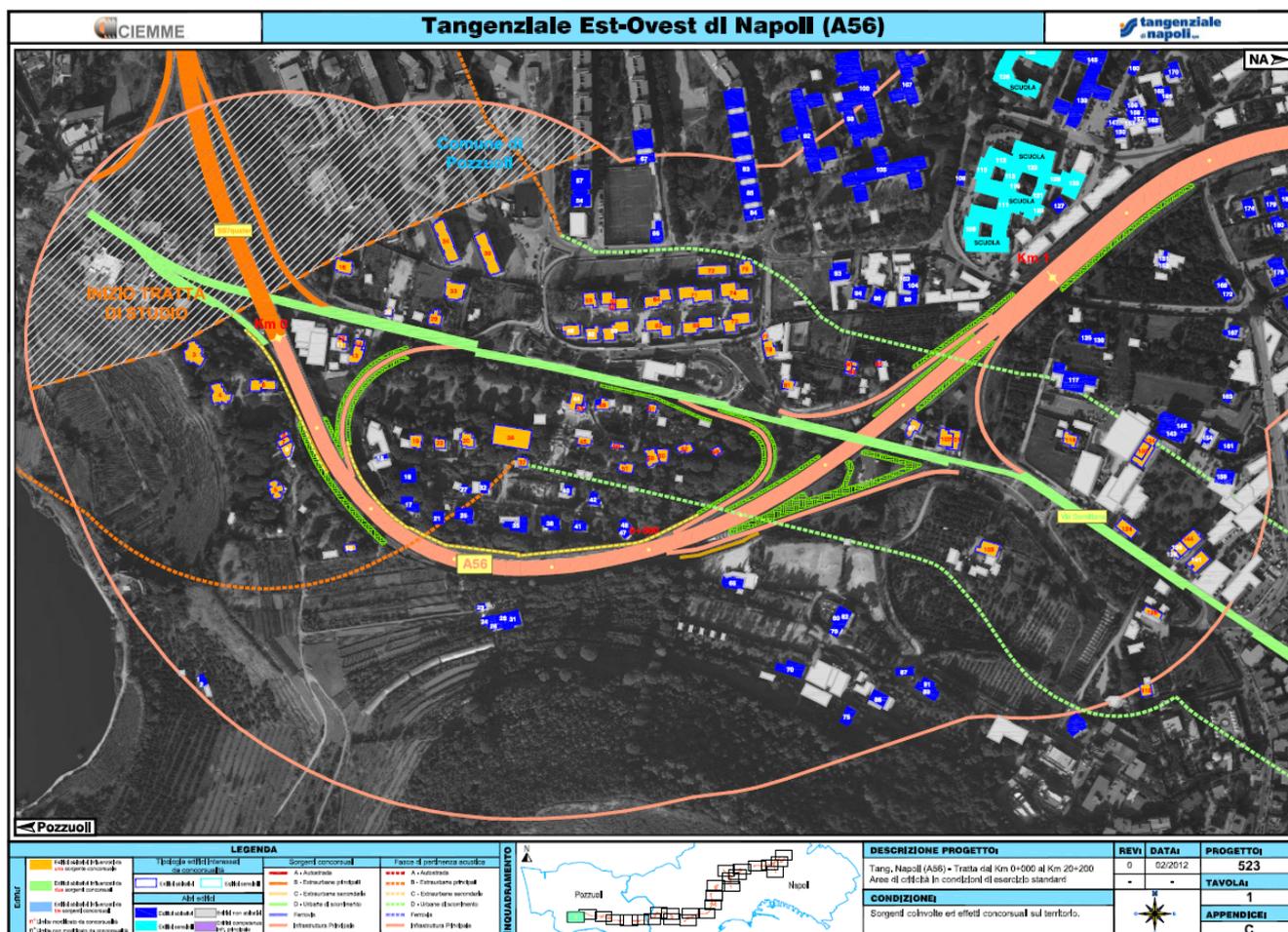
In questa appendice vengono riportate in sovrapposizione alla sfondo, oltre che agli edifici censiti di cui al paragrafo 3.2, anche tutte le infrastrutture che concorrono alla generazione del clima acustico, ai sensi del DMA del 29/11/2000, nelle fasce di competenza dell'infrastruttura principale: in questo caso la rete in gestione a Tangenziale di Napoli S.p.A. In questa fase del lavoro sono state considerate concorsuali le seguenti infrastrutture:

- Autostrade (quelle gestite da altra concessionaria);
- Strade extraurbane principali (generalmente rientrano in questa categoria le SS o le SR);
- Strade extraurbane secondarie (generalmente rientrano le SS, le SR o le SP);
- Strade urbane di scorrimento (rientrano gli attraversamenti urbani delle SR, SS o SP);
- Ferrovie

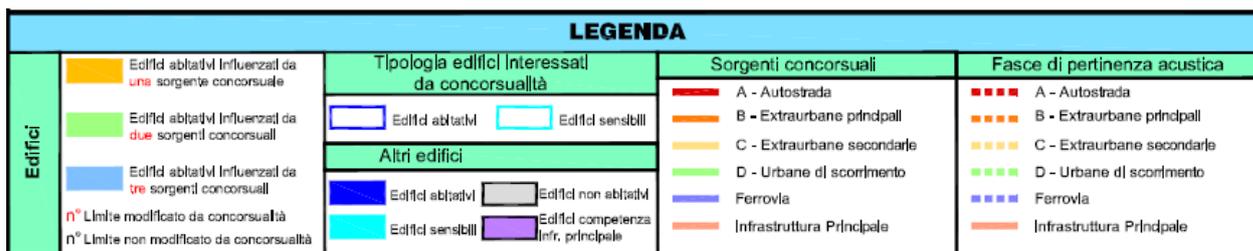
Ognuna delle infrastrutture di cui sopra ha una propria fascia di competenza. Gli effetti concorsuali di dette sorgenti vengono calcolati per gli edifici che ricadono nella sovrapposizione di dette fasce con quelle di competenza specifica di Tangenziale di Napoli. Non sono state ritenute concorsuali in questa fase del lavoro le strade Comunali sia per una ridotta fascia di pertinenza (30 m) ed in secondo luogo perché il limite di competenza viene fissato dai Comuni stessi.

Tali infrastrutture potranno essere considerate concorsuali in una fase di progettazione successiva al dimensionamento del presente 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 ricettore 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:



- l'eventuale variazione di limiti di un ricettore dovuta alla concorsualità, 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

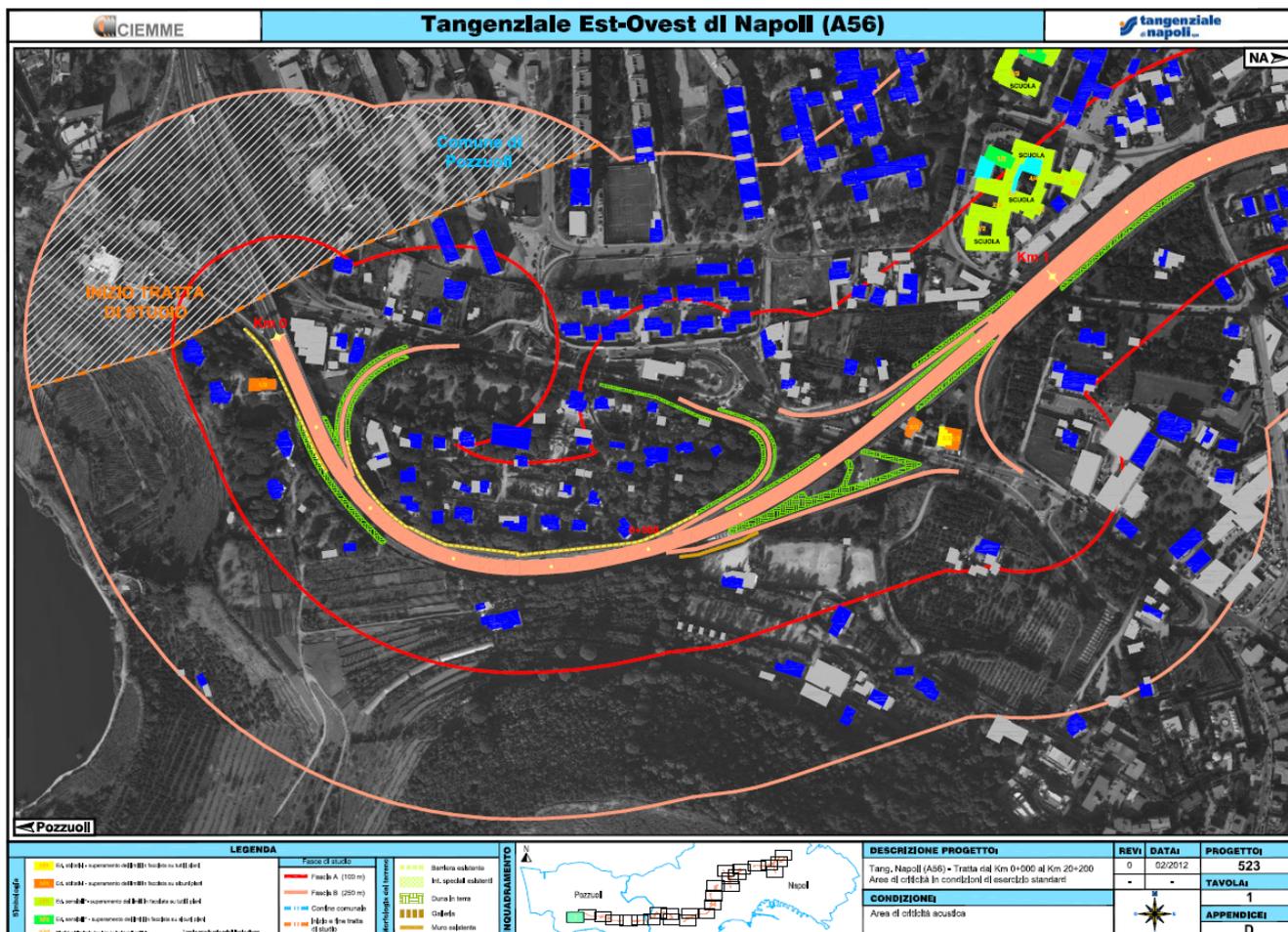
In questa appendice vengono rappresentate tutte le situazioni critiche, ovvero tutti quei ricettori in corrispondenza dei quali l'inquinamento acustico causato dal traffico autostradale supera i valori limite ammissibili.

La determinazione delle aree critiche è stata effettuata confrontando i livelli di rumore causati dal traffico consolidato al 2011 con i limiti fissati dalla Legge, ricavati applicando il criterio di concorsualità delle sorgenti. Si ricorda che viene giudicato critico un edificio per il quale è sufficiente il superamento del limite anche in un piano soltanto dell'intero corpo edificato.

La criticità, come dimostrato nella figura seguente viene evidenziata attraverso dei cromatismi diversi per tipologia di ricettore (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.

A parità di ricettore, è stato scelto di attribuire un cromatismo diverso per dare immediata evidenza di una criticità complessiva o parziale dell'edificio.



In particolare dalla figura di cui sopra 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

LEGENDA				
Simbologia	[Yellow box]	Ed. abitativi - superamento del limiti in facciata su tutti i piani	Fasce di studio	
	[Orange box]	Ed. abitativi - superamento dei limiti in facciata su alcuni piani		[Red line]
	[Green box]	Ed. sensibili* - superamento dei limiti in facciata su tutti i piani	[Orange line]	Fascia B (250 m)
	[Light green box]	Ed. sensibili* - superamento dei limiti in facciata su alcuni piani	[Blue dashed line]	Confine comunale
	[n/m]	Plani fuori limite in facciata / piani totali edificio * per le scuole vale solo il livello diurno	[Dashed orange line]	Inizio e fine tratta di studio
			[Green hatched]	Barriera esistente
			[Cross-hatched]	Int. speciali esistenti
			[Brown hatched]	Duna in terra
			[Yellow hatched]	Galleria
			[Orange hatched]	Muro esistente

- 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).

- 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	 Ed. abitativi - superamento dei limiti in facciata su tutti i piani	 Ed. abitativi - superamento dei limiti interni su tutti i piani	Opere esistenti e fasce di studio
	 Ed. abitativi - superamento dei limiti in facciata su alcuni piani	 Ed. abitativi - superamento dei limiti interni su alcuni piani	
	 Ed. sensibili* - superamento dei limiti in facciata su tutti i piani	 Ed. sensibili* - superamento dei limiti interni su tutti i piani	
	 Ed. sensibili* - superamento dei limiti in facciata su alcuni piani	 Ed. sensibili* - superamento dei limiti interni su alcuni piani	
* per le scuole vale solo il livello diurno		 Piani fuori limite in facciata / piani totali edificio	Interventi di mitigazione
		 Fascia A (100 m)	 Barriera H = 2.0 m
		 Fascia B (250 m)	 Barriera H = 3.0 m
		 Confine comunale	 Barriera H = 4.0 m
		 Inizio e fine tratta di studio	 Barriera H = 5.0 m
		 Galleria naturale	 Barriera H = 6.0 m
		 Muro esistente	 Aggetto
		 Duna in terra	 Intervento esistente
			 Intervento in progetto
			 Int. speciale esistente

- Gli interventi speciali quali aggetti sono identificati con campiture che vanno ad interessare la 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.
- Per ogni edificio che in questa appendice vedesse permanere una situazione di criticità acustica sono stati previsti degli interventi di mitigazione sull'edificio stesso, ovvero quando il limite interno previsto per la tipologia di edificio viene superato. A questo proposito sono stati effettuati dei rilievi dell'isolamento di facciata su alcune tipologie di edifici presenti lungo la A56 ed i risultati di tali rilevamenti hanno evidenziato un isolamento minimo di 24 dB fino ad un massimo di 36 dB. Dal momento che nel 80% delle misure l'isolamento di facciata ha superato valori di 25 dB, è stato utilizzato in modo conservativo proprio 25 ai fini della verifica teorica del livello all'interno dell'abitazione a seguito degli interventi di mitigazione sonora sulla sorgente

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 Altri elaborati 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 facsimile.

Comune di Pozzuoli(015063060)		tangenziale di napoli spa																																											
SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL SITO [corridoio di indagine]																																													
Numero teorico di ricettori esposti	23167	Altezza media degli edifici nel corridoio di indagine	6.7 m																																										
Distanza media dal bordo stradale	134.5	Altezza relativa media rispetto alla strada	6.5 m																																										
Numero totale edifici impattati	841	Numero totale edifici sensibili	18																																										
SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL SITO [fascia A]																																													
Numero teorico di ricettori esposti	8662	Altezza media degli edifici nel corridoio di indagine	6.4 m																																										
Distanza media dal bordo stradale	53.9	Altezza relativa media rispetto alla strada	2.1 m																																										
Numero totale edifici impattati	289	Numero totale edifici sensibili	9																																										
SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL SITO [fascia B]																																													
Numero teorico di ricettori esposti	14505	Altezza media degli edifici nel corridoio di indagine	6.9 m																																										
Distanza media dal bordo stradale	172.6	Altezza relativa media rispetto alla strada	8.6 m																																										
Numero totale edifici impattati	559	Numero totale edifici sensibili	9																																										
SINTESI DEI VALORI ACUSTICI [dB(A)]	Limite * diurno	Ante operam	Post operam	Limite * notturno	Ante operam	Post operam																																							
Corridoio di indagine		56.8	55.1		53.5	52.2																																							
Fascia A [100 m dal bordo stradale]	68.8	60.7	58.4	58.7	57.1	55.4																																							
Fascia B [da 100 a 250 m dal bordo stradale]	64.9	51.9	51.7	54.9	49.2	49.2																																							
ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE - EFFICACIA DEGLI INTERVENTI																																													
<table border="1"> <caption>Esposizione della popolazione - Corridoio di indagine (Giorno)</caption> <thead> <tr> <th>Intervallo [dB(A)]</th> <th>A - Area Critica [n°]</th> <th>B - Piano di Risanamento [n°]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><40</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>40-45</td><td>~800</td><td>~1200</td></tr> <tr><td>45-50</td><td>~5500</td><td>~7500</td></tr> <tr><td>50-55</td><td>~7800</td><td>~7800</td></tr> <tr><td>55-60</td><td>~3800</td><td>~6000</td></tr> <tr><td>60-65</td><td>~5500</td><td>~800</td></tr> <tr><td>65-70</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>70-75</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>75-80</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>80-85</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>85-90</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>>90</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> </tbody> </table>							Intervallo [dB(A)]	A - Area Critica [n°]	B - Piano di Risanamento [n°]	<40	~100	~100	40-45	~800	~1200	45-50	~5500	~7500	50-55	~7800	~7800	55-60	~3800	~6000	60-65	~5500	~800	65-70	~100	~100	70-75	~100	~100	75-80	~100	~100	80-85	~100	~100	85-90	~100	~100	>90	~100	~100
Intervallo [dB(A)]	A - Area Critica [n°]	B - Piano di Risanamento [n°]																																											
<40	~100	~100																																											
40-45	~800	~1200																																											
45-50	~5500	~7500																																											
50-55	~7800	~7800																																											
55-60	~3800	~6000																																											
60-65	~5500	~800																																											
65-70	~100	~100																																											
70-75	~100	~100																																											
75-80	~100	~100																																											
80-85	~100	~100																																											
85-90	~100	~100																																											
>90	~100	~100																																											
<table border="1"> <caption>Esposizione della popolazione - Fascia A (Notte)</caption> <thead> <tr> <th>Intervallo [dB(A)]</th> <th>A - Area Critica [n°]</th> <th>B - Piano di Risanamento [n°]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><40</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>40-45</td><td>~2200</td><td>~5500</td></tr> <tr><td>45-50</td><td>~8500</td><td>~7200</td></tr> <tr><td>50-55</td><td>~5500</td><td>~8800</td></tr> <tr><td>55-60</td><td>~6200</td><td>~1200</td></tr> <tr><td>60-65</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>65-70</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>70-75</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>75-80</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>80-85</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>85-90</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> <tr><td>>90</td><td>~100</td><td>~100</td></tr> </tbody> </table>							Intervallo [dB(A)]	A - Area Critica [n°]	B - Piano di Risanamento [n°]	<40	~100	~100	40-45	~2200	~5500	45-50	~8500	~7200	50-55	~5500	~8800	55-60	~6200	~1200	60-65	~100	~100	65-70	~100	~100	70-75	~100	~100	75-80	~100	~100	80-85	~100	~100	85-90	~100	~100	>90	~100	~100
Intervallo [dB(A)]	A - Area Critica [n°]	B - Piano di Risanamento [n°]																																											
<40	~100	~100																																											
40-45	~2200	~5500																																											
45-50	~8500	~7200																																											
50-55	~5500	~8800																																											
55-60	~6200	~1200																																											
60-65	~100	~100																																											
65-70	~100	~100																																											
70-75	~100	~100																																											
75-80	~100	~100																																											
80-85	~100	~100																																											
85-90	~100	~100																																											
>90	~100	~100																																											

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

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

- Quantità di interventi passivi sugli edifici, stimati in questa fase progettuale in base a criteri di tipo illuminotecnico. Queste quantità andranno verificate puntualmente successivamente alla progettazione definitiva degli interventi di mitigazione sull'infrastruttura ed alla loro realizzazione. Sarà importante verificarne la necessaria implementazione soltanto qualora il limite interno presso il ricettore specifico non fosse rispettato;
- 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).

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 (IDP), 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 CRITICITA' 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 S.p.A. (gruppo di cui Tangenziale di Napoli S.p.A. fa parte) in collaborazione con il Comune e la Prefettura di Genova, la Regione Liguria e la divisione DSA del Ministero dell'Ambiente.

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
- eventuale aggiornamento della banca dati di emissione
- taratura e validazione di un modello di simulazione acustica
- valutazione dell'impatto acustico attuale e definizione delle aree critiche.

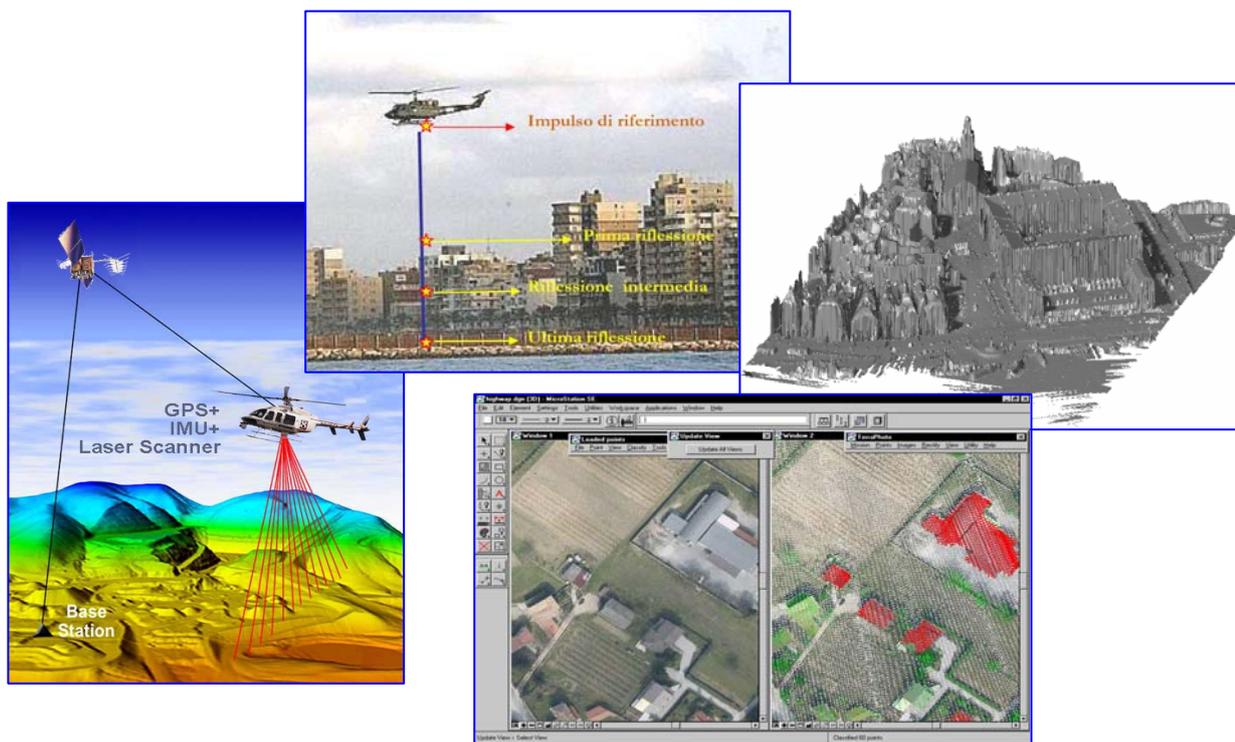
4.1 Realizzazione della cartografia tridimensionale della rete autostradale

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 la tecnologia più avanzata ed affidabile, ovvero il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking): i rilievi, effettuati con campagna di acquisizione a fine del 2011, hanno riguardato una fascia di territorio di ampiezza circa 550 m, centrata sull'asse stradale, lungo l'intera rete in gestione a Tangenziale di Napoli.

Il sistema LIDAR consiste essenzialmente in un emettitore/ricevitore di impulsi laser montato su un elicottero equipaggiato di piattaforme inerziali, sistemi GPS, apparecchiature fotografiche e 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), che dell'edificato (DBM = digital building model) che 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 (Autocad, Arcview, etc.) 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 primi parametri acustici, ossia la definizione del corridoio di indagine, le fasce di rispetto delle sorgenti (principale e concorsuali), le destinazioni d'uso dei ricettori. Successivamente sono posizionati i singoli ricettori virtuali con il criterio di un "punto di calcolo" per ogni piano fuori terra degli edifici ad uso residenziale, 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").

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, definita "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" [1,2] 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 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, degli 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 mezzeria di ciascuna corsia di marcia, a 0.5 m di altezza dal piano stradale

Dc 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 in modo vettoriale tridimensionale dell'ambiente di propagazione;
- 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 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 mezzeria delle facciate più esposte di tutti gli edifici abitativi presenti in vicinanza dell'infrastruttura autostradale. I punti di calcolo sono disposti ad 1 metro di distanza dalle facciate stesse;
- e) banca dati della potenza sonora di sorgenti di tipo stradale e ferroviario, rappresentativa della situazione nazionale.

4.3 Campagna dei rilievi strumentali

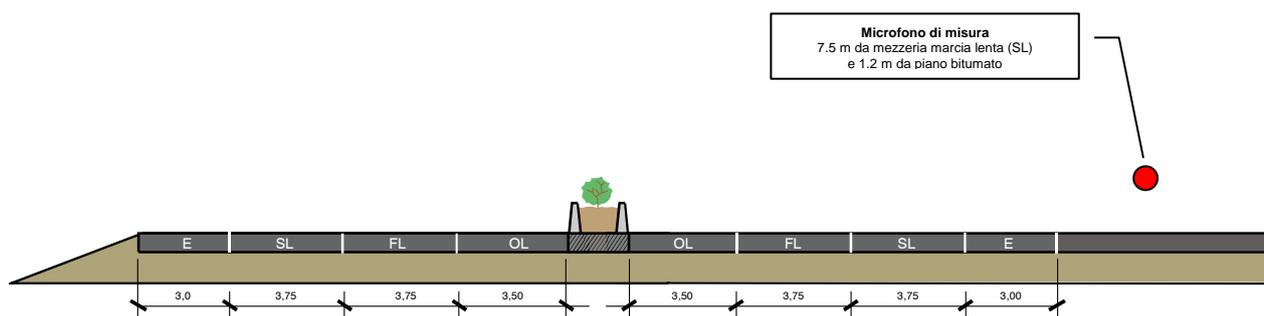
Le campagne di misura, finalizzate alla caratterizzazione della sorgente ed alla verifica del modello, sono state eseguite allo scopo di:

- calibrare e verificare il modello di calcolo.

Tutti i rilievi delle banche dati input e per la taratura e validazione del modello sono stati eseguiti nella primavera del 2012. 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.

4.3.1 Emissione acustica del traffico autostradale

Tale aspetto è di particolare rilevanza, in quanto il “*data base*” di input sviluppato dal Ministero dell’Ambiente è stato ottenuto da rilievi effettuati agli inizi degli anni ’90 e pertanto i valori non sono più completamente rappresentativi del parco veicoli attualmente in circolazione come anche delle nuove tipologie di pavimentazioni sviluppate ed adottate negli ultimi anni sulla rete di Tangenziale di Napoli.



Le modalità di misura sono schematicamente riportate nella figura precedente, da cui si evidenzia come la posizione standard del microfono sia a 7.5 m di distanza dall’asse di marcia. Per la misura delle velocità di transito si utilizza un telelaser con precisione di $\pm 3\%$, mentre il rispetto delle condizioni meteorologiche previste dalla norma è stato effettuato con un monitoraggio continuativo di temperatura, umidità, intensità e direzione vento.

Si sono valutate le pavimentazioni drenanti di più comune impiego sulla rete di Autostrade per l’Italia S.p.a., ovvero le pavimentazioni di tipo chiuso su più tratti di competenza. Tangenziale di Napoli S.p.A. fa parte del gruppo Autostrade per l’Italia S.p.A. e pertanto ha accesso alla banca dati delle emissioni del traffico veicolare sulla rete in gestione alla stessa. Le misure sono state eseguite per le diverse categorie di veicoli definiti dalla procedura UNI-ISO, ovvero:

1a. Autovetture:

- Autovetture passeggeri;

1b. Altri veicoli leggeri:

- Autovetture con rimorchio;
- Autovetture con roulotte;
- Furgoncini leggeri e veicoli per trasporto di merci con un massimo di 4 ruote;

- ❑ Minibus o furgoncini per trasporto persone con un massimo di 4 ruote;
- ❑ Camper;

2a. Veicoli pesanti a doppio assale:

- ❑ Autocarri commerciali con 2 assali e più di 4 ruote;
- ❑ Autobus e pullman con 2 assali e più di 4 ruote;

2b. Veicoli pesanti multiassale:

- ❑ Autocarri, autobus e pullman con più di 2 assali;

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).

Al fine di rendere maggiormente aderente alla realtà il clima acustico generato dalla A52 è stato studiato con le dinamiche propagatorie dell'acustica geometrica del livello di potenza sulla sorgente in bande di 1:1 di ottave.

Lo spettro medio di emissione in pressione è il seguente.

Spettro di emissione DIURNO										
Corsia	Lw [dB]								Lin	A
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 Hz	2 Hz	4 Hz	8 Hz	[dB]	[dB (A)]
Marcia OVEST	41.3	44	51	56.7	59.7	55.8	48.9	40.9	69.9	63.1
Normale OVEST	45.6	48.2	54.8	60.7	64.2	60.6	53.6	45.6	74.2	67.5
Sorpasso OVEST	44.2	48	53.3	60.4	64.7	60.9	53.4	44.8	73.3	67.6
Sorpasso EST	44.2	48	53.3	60.4	64.7	60.9	53.4	44.8	73.3	67.6
Normale EST	45.6	48.2	54.8	60.7	64.2	60.6	53.6	45.6	74.2	67.5
Marcia EST	41.3	44	51	56.7	59.7	55.8	48.9	40.9	69.9	63.1

Spettro di emissione NOTTURNO										
Corsia	Lw [dB]								Lin	A
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 Hz	2 Hz	4 Hz	8 Hz	[dB]	[dB (A)]
Marcia OVEST	37.7	40.4	47.3	53	56.1	52.3	45.4	37.4	66.3	59.5
Normale OVEST	40.5	43	49.5	55.5	59.1	55.5	48.5	40.4	69.0	62.4
Sorpasso OVEST	35.8	39.6	44.9	52	56.3	52.5	45.1	36.4	64.9	59.3
Sorpasso EST	35.8	39.6	44.9	52	56.3	52.5	45.1	36.4	64.9	59.3
Normale EST	40.5	43	49.5	55.5	59.1	55.5	48.5	40.4	69.0	62.4
Marcia EST	37.7	40.4	47.3	53	56.1	52.3	45.4	37.4	66.3	59.5

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, l'individuazione delle aree critiche e il dimensionamento del Piano di risanamento di Autostrade per l'Italia S.p.a. di cui Tangenziale di Napoli S.p.A. fa parte a livello di gruppo ed in centinaia di progetti esecutivi di barriere antirumore), si è comunque proceduto ad effettuare una specifica campagna di misure di taratura e di verifica lungo gli oltre 20 km di rete in concessione di Tangenziale di Napoli,.

Presso ricettori detti di “riferimento” si sono effettuati monitoraggi continuativi di una settimana sia di rumore che di traffico (volumi e velocità medie su tutte le corsie desunte dai portali TUTOR presenti sulla rete): i punti di “riferimento” P_R sono stati prescelti in modo da rappresentare nel modo più esauriente possibile le combinazioni di tipologia di infrastruttura ed ambienti di propagazione/ricezione

I punti di riferimento sono disposti a diverse distanze dall’autostrada, ma 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:

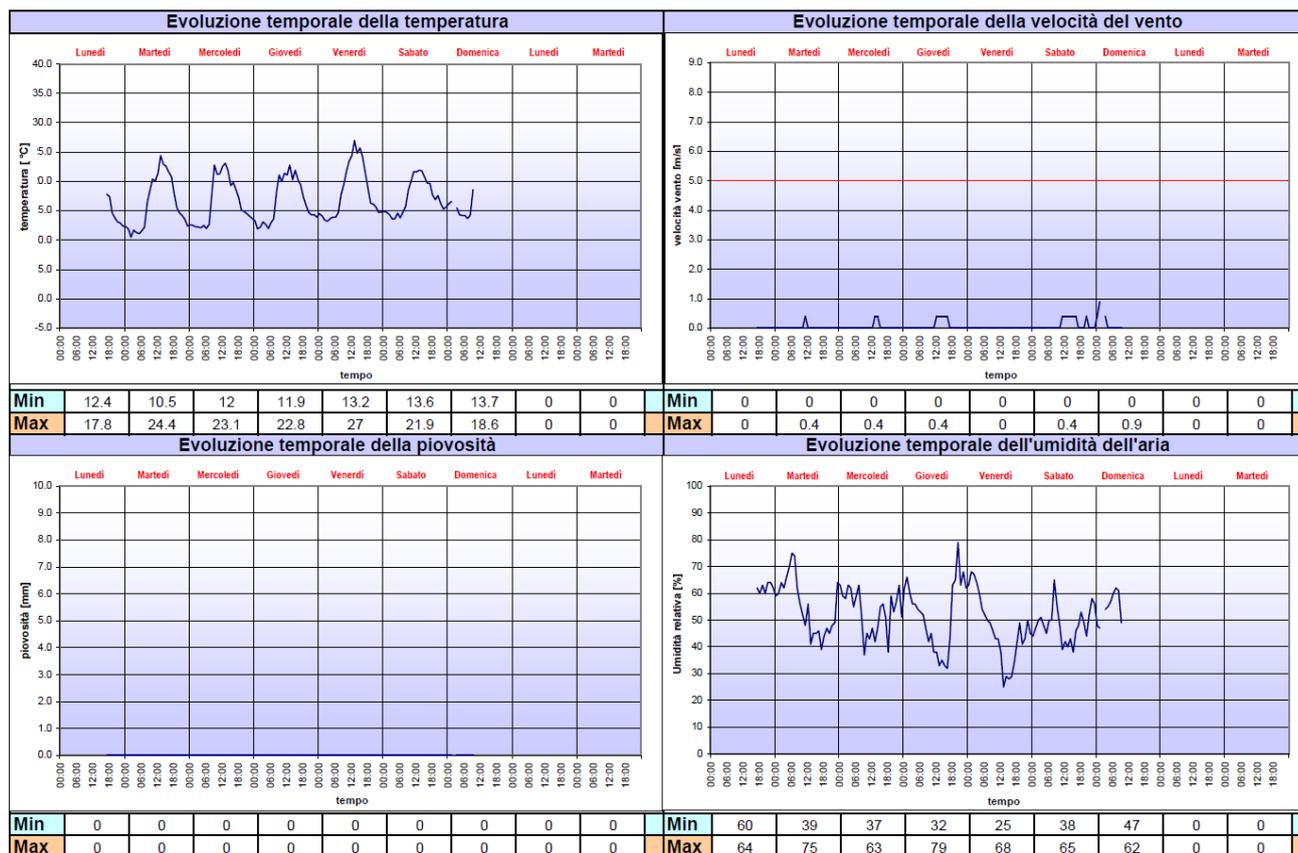
- Time history su base oraria, ottenuta da short L_{Aeq} di 1s
- Livello equivalente L_{Aeq} e livelli percentili L_{10} , L_{50} e L_{90} , L_{99} ponderati A su base oraria/giornaliera/settimanale con distinzione diurno/notturno

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

Sintesi dei livelli equivalenti di pressione sonora con cadenza oraria e calcolo degli LD ed LN relativi al periodo di osservazione																												
tangenziale di napoli	Committente:	Tang. Napoli S.p.a.	Sorgente:	A56	Inizio misura:	19-mar-12	Fine misura:	25-mar-12																				
	Provincia:	Napoli	Comune:	Pozzuoli	Indirizzo:	Via Vecchia Luciano 3/B																						
	Punto:	PR1	Altezza:	4.6 m da p.t.	Distanza:	19 m da Tangenziale																						
	Strumento:	Cirrus 811 B	Matricola:	C18935FD	Numero certificato di taratura:	SIT n° M1.11.FON.075																						
Annotazioni:		Il 25.03.2012 è entrata in vigore l'ora legale, per tale motivo nell'orario compreso tra le ore 02:00 e 03:00 non vi sono dati																										
CARATTERIZZAZIONE PUNTO DI MISURA																												
	INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO																											
SINTESI MONITORAGGIO ACUSTICO																												
Livello equivalente di lungo periodo [diurno] 68.3 [dB(A)]												Livello equivalente di lungo periodo [notturno] 62.2 [dB(A)]																
Data	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	D	N	Giorno	
19/03/2012																			71.0	69.0	68.7	68.3	65.2	64.0	63.2		61.2	Lunedì
20/03/2012	60.6	57.8	55.8	54.3	64.0	60.1	64.6	68.4	69.2	69.1	68.1	68.3	67.8	68.3	68.3	68.5	68.9	69.1	68.9	68.8	68.3	65.3	63.1	62.9	68.3	60.3	Martedì	
21/03/2012	61.5	59.8	56.6	54.7	56.4	59.8	65.3	68.4	69.2	68.4	67.9	69.4	68.6	68.3	68.4	68.4	69.2	69.8	69.0	68.6	67.8	63.7	62.3	66.5	68.3	61.6	Mercoledì	
22/03/2012	64.3	58.9	56.9	55.2	55.5	59.3	64.3	68.3	70.2	69.3	68.7	67.3	67.8	68.5	68.4	68.7	69.3	69.6	68.9	69.6	68.2	65.5	64.0	62.9	68.5	60.9	Giovedì	
23/03/2012	62.6	60.9	57.4	56.3	56.0	59.6	63.7	68.3	69.0	69.1	68.1	67.7	68.0	68.6	68.3	69.4	68.6	69.0	69.0	68.7	68.8	66.5	65.0	64.5	68.3	62.3	Venerdì	
24/03/2012	63.7	62.7	60.6	58.7	59.0	58.9	62.0	65.2	68.0	67.5	68.5	68.8	69.2	69.2	68.2	67.7	67.7	68.5	67.9	67.7	68.4	67.9	66.6	66.4	67.9	65.0	Sabato	
25/03/2012	66.2	65.7	-	64.0	61.9	61.2	60.7	61.5	64.5	64.6																	Domenica	
26/03/2012																												Lunedì
27/03/2012																												Martedì
Misura in presenza di condizioni meteo sfavorevoli. Livello escluso dal calcolo.																												

PR1 - Condizioni meteo durante il periodo di misura dal 19/03/2012 al 25/03/2012



4.3.3 Rilievi di traffico

Per una corretta caratterizzazione della sorgente sonora sono stati rilevati i dati di traffico corrispondenti alle settimane di misura, ripartiti per tipologia di veicolo, velocità di percorrenza e corsia di marcia.

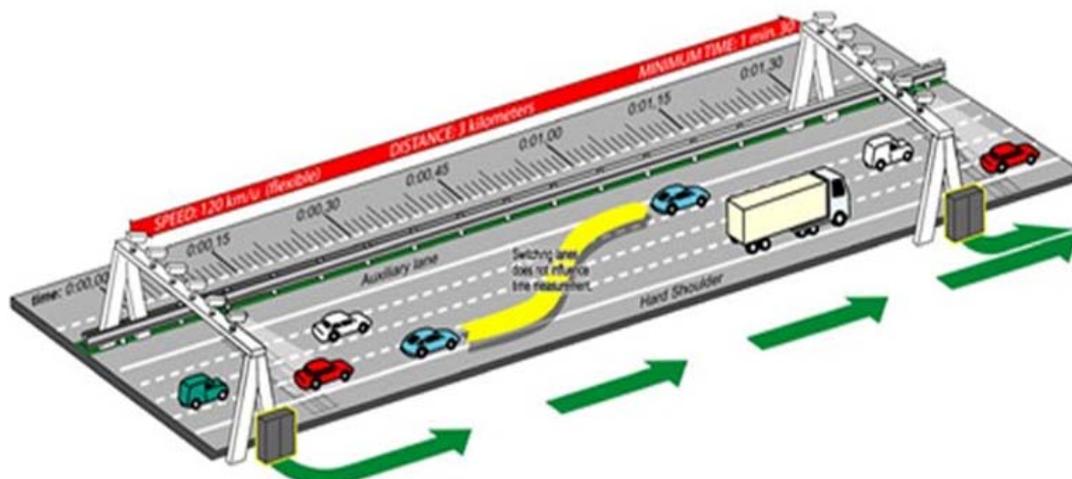
Tali rilievi sono stati realizzati con l'utilizzo del TUTOR, su concessione della società Autostrade per l'Italia S.p.A., che è un innovativo sistema che permette di rilevare anche la velocità media dei veicoli divisi per categoria e corsia di percorrenza, permettendo così un'analisi completa dei flussi di traffico in una determinata sezione, in particolare grazie alla grande mole di dati acquisita in tempo reale da questi dispositivi è stato possibile distribuire il traffico sulla rete coerentemente con la realtà oraria dei passaggi e la distribuzione dei veicoli sulle corsie.

4.3.4 Principio di funzionamento

Il Tutor si pone come obiettivo quello di convincere i guidatori a moderare la velocità, realizzandone un controllo non limitato ad un solo punto, ovvero all'istante di rilievo stesso, ma esteso a larga parte del tragitto autostradale. Tale controllo esteso a buona parte della rete consente alle strutture interne al gruppo Autostrade per l'Italia di accedere ad un database quanto mai esaustivo ed articolato in modo da definire con accuratezza le velocità medie di percorrenza, la suddivisione dei veicoli nei vari momenti della giornata e la suddivisione in tipologie dimensionali e motoristiche e, non meno importante, la ripartizione numerica dei veicoli sulle varie corsie.

Il sistema si basa su una tecnologia piuttosto semplice (anche se è evidente che l'apparato tecnologico messo in campo è enormemente avanzato): rilevare il veicolo all'inizio e alla fine

del tratto sottoposto a controllo, misurando, con elevatissima precisione, il tempo impiegato per compiere il tragitto tra i due punti di rilievo la cui distanza è nota. Di seguito si riporta una descrizione grafica di quanto espresso sin ora.



Rappresentazione del sistema di rilevamento della velocità media

L'identificazione del veicolo avviene nel seguente modo:

Riprese e letture multiple della targa posteriore per una elevata probabilità della sua corretta identificazione.

Rilevamento della tipologia e della velocità del veicolo (es. autovettura, autocarro) tramite rilevatori induttivi posti nella corsia di transito (a seguito di estensione omologa 2008, il rilevamento è possibile anche in corsia di emergenza).

La targa e la classe del veicolo vengono rilevate in due postazioni installate ad una distanza nota e a partire dal confronto tra questi due dati il sistema calcola la velocità sostenuta dal veicolo e la confronta con quella massima ammissibile per il tratto sotto controllo.

Nella pratica il sistema è realizzato mediante un sistema di telecamere (una per ciascuna corsia) posto in corrispondenza di alcuni "varchi" ortogonali rispetto alla geometria della sede autostradale (spesso tali telecamere sono collocate in corrispondenza pannelli a messaggio variabile); in corrispondenza di tale varco sono anche ubicate le spire al di sotto del manto stradale.





Immagini delle installazioni tecnologiche del Tutor

L'elevato numero di informazioni statistiche consente altresì di poter disporre di dati relativi al numero complessivo di veicoli in tutti i tratti coperti dal sistema. A partire dai dati a disposizione secondo quanto descritto fin ora è stato quindi ricostruito i dati di traffico relativi a tutti i tratti elementari oggetto del presente studio, suddivisi per numero di passaggi, ripartizione per corsie, classe di veicolo e velocità media e relativi ai periodi in cui sono state effettuate le misure di rumore.

E' stato inoltre possibile distribuire con estrema coerenza alla realtà le percentuali di traffico, distribuzione e velocità medie nei periodi "day" e "night".

I punti di monitoraggio di traffico autostradale sulla A56 per lo studio in esame sono stati effettuati:

- Punto di monitoraggio TR-01 posizionato al km 4+100 nel comune di Pozzuoli in carreggiata est.
- Punto di monitoraggio Tr-02 posizionato al km 6+600 nel comune di Napoli in carreggiata est.
- Punto di monitoraggio Tr-03 posizionato al km 8+100 nel comune di Napoli in carreggiata ovest.
- Punto di monitoraggio Tr-04 posizionato al km 11+400 nel comune di Napoli in carreggiata ovest.
- Punto di monitoraggio Tr-05 posizionato al km 15+300 nel comune di Napoli in carreggiata est.
- Punto di monitoraggio Tr-06 posizionato al km 17+300 nel comune di Napoli in carreggiata est.

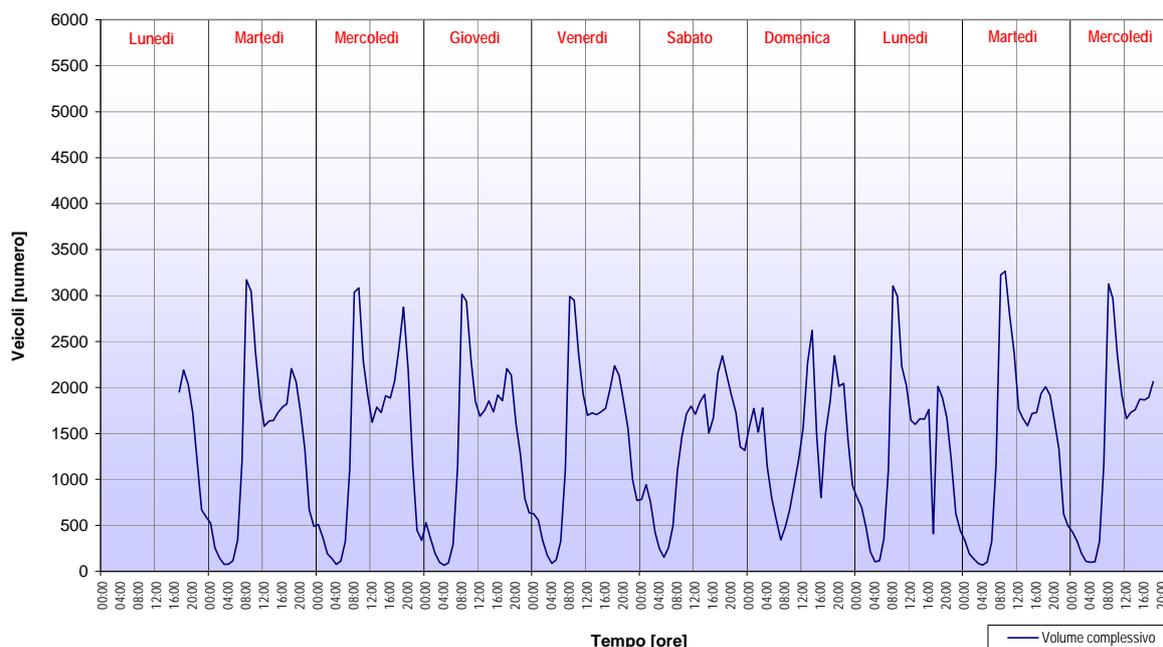
I dati dei rilevamenti sono stati riportati nell'Allegato – "RILIEVI DI TRAFFICO SU SORGENTE PRINCIPALE" e sintetizzati nei certificati di misura che riportano i seguenti dati:

- Autostrada, Comune e Provincia di riferimento;
- Data inizio misura;
- Traffico diurno/notturno per corsia di marcia;
- Traffico aggregato settimanale diurno/notturno;
- Stralcio planimetrico;
- Fotografia di inquadramento del punto di misura.

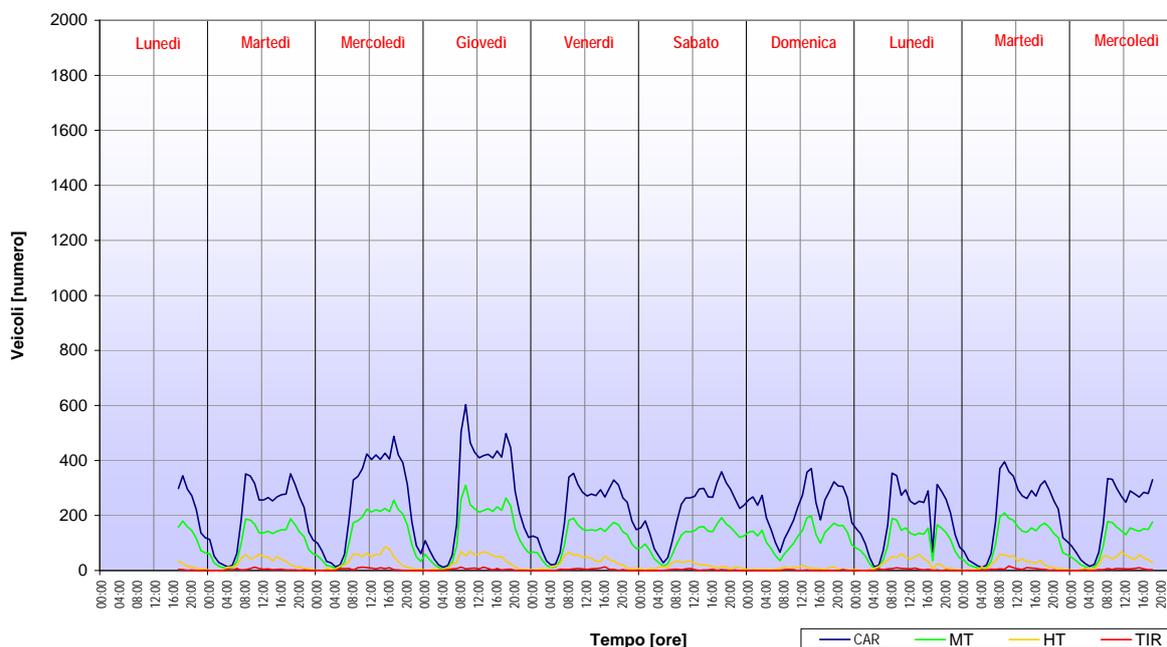
tangenziale di napoli		Sintesi dei passaggi veicolari con cadenza oraria e calcolo del TR _{medio} diurno e notturno relativo al periodo di osservazione																														
		Committente: Tangenziale di Napoli S.p.a	Data inizio misure: 19 marzo 2012	Data fine misure: 28 marzo 2012				ICOSTECH																								
Comune: Pozzuoli	Provincia: Napoli	Regione: Campania		Tecnico competente:																												
Punto: TR-01	Portale: Astroni dir. Est	Sorgente: Tangenziale di Napoli		Dott. DEALESSANDRI Germano																												
Strumento: TUTOR	Annotazioni:		D.D. n.63 del 23.03.1998																													
CARATTERIZZAZIONE PUNTO DI MISURA							INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO																									
SINTESI MONITORAGGIO TRAFFICO VEICOLARE																																
Traffico medio giornaliero relativo al periodo di osservazione: 28345												Traffico medio giornaliero relativo al periodo di osservazione: 4193																				
Data	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	D	N	Giorno					
19/03/2012																							1952	2188	2032	1723	1296	671	591	9 101	2 454	Lunedì
20/03/2012	524	254	143	77	79	115	340	1185	3172	3044	2384	1875	1577	1636	1642	1726	1789	1821	2205	2064	1744	1325	669	489	29 529	2 558	Martedì					
21/03/2012	509	373	191	139	76	112	323	1122	3034	3083	2288	1924	1621	1785	1727	1910	1886	2071	2446	2874	2190	1167	448	337	31 451	2 119	Mercoledì					
22/03/2012	528	356	196	97	66	91	292	1126	3012	2942	2292	1847	1688	1750	1854	1734	1919	1856	2207	2135	1607	1279	791	638	29 540	3 331	Giovedì					
23/03/2012	625	555	336	174	87	125	326	1107	2992	2948	2352	1923	1697	1724	1708	1735	1772	1995	2236	2130	1860	1544	997	771	30 047	5 069	Venerdì					
24/03/2012	784	941	755	422	244	155	257	497	1102	1461	1714	1796	1707	1838	1926	1505	1671	2155	2343	2125	1923	1730	1354	1316	25 750	11 238	Sabato					
25/03/2012	1573	1770	1515	1777	1138	795	570	342	482	665	938	1213	1559	2271	2621	1491	800	1498	1851	2346	2014	2045	1430	934	22 706	4 778	Domenica					
26/03/2012	807	700	477	210	105	115	355	1108	3104	2994	2229	2022	1642	1590	1659	1656	1760	409	2012	1893	1672	1221	628	441	27 334	1 997	Lunedì					
27/03/2012	342	192	138	86	68	102	321	1155	3223	3266	2796	2372	1757	1661	1583	1717	1727	1935	2007	1915	1637	1329	624	496	30 401	2 383	Mercoledì					
28/03/2012	428	329	195	109	98	104	322	1166	3126	2969	2356	1914	1661	1729	1758	1874	1865	1892	2064							24 696		Mercoledì				

Esempio scheda di sintesi monitoraggio di traffico

Punto TR-01 - Evoluzione temporale del traffico complessivo dal 19 al 28 Marzo 2012



Punto TR-01 - Evoluzione temporale del traffico in corsia marcia lenta (dir. Agnano) dal 19 al 28 Marzo 2012



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 messa a disposizione da Autostrade per l'Italia S.p.A. ed i dati degli specifici rilievi di traffico da TUTOR durante i periodi di monitoraggio.

In sintesi si sono ottenuti i seguenti dati:

Nome Punto	L misurato		L calcolato		calcolato-misurato	
	day	night	day	night	day	night
PR1	68.3	62.2	67.4	62.3	-0.9	0.1
PR2	62.6	58.5	62.7	57.7	0.1	-0.8
PR3	71.8	66.9	73.0	68.0	1.2	1.1
PR4	67.4	60.8	65.5	60.4	-1.9	-0.4
PR5	62.5	56.7	63.4	58.3	0.9	1.6
PR6	65.9	61.0	65.6	60.4	-0.3	-0.6
PR7	62.5	57.2	64.3	58.8	1.8	1.6
PR8	60.5	52.2	59.8	54.0	-0.7	1.8
PR9	68.6	63.2	69.6	64.5	1.0	1.3
PR10	62.6	56.8	62.9	57.8	0.3	1.0

Una prima valutazione porta ad affermare che il modello approssima in buona misura quanto rilevato sperimentalmente, con una leggera sovrastima dei livelli.

Una leggera sovrastima è in genere sintomo di alcuni effetti schermanti che influiscono sulla misura in quanto non è ipotizzabile una schematizzazione così di dettaglio della geomorfologia del territorio con i relativi elementi interferenti perché porterebbe a tempi di digitalizzazione e calcolo molto grandi, per avere come effetto una incertezza un po' minore tra rilevato e modellizzato.

Se si effettua la media degli scostamenti, si rileva una sovrastima di circa 0.1 dB e 0.7 dB rispettivamente nel periodo diurno ed in quello notturno.

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), 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 2011, disaggregati per fasce orarie, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo;
- 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 interrogazione 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 parte 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 ricevitore, dopo calcolato la frequenza rappresentativa dello spettro tipico.

Per una più coerente distribuzione dei veicoli sono stati elaborati statisticamente i rilievi dei TUTOR presenti sulla rete che sono in grado di fornire con estrema precisione la tipologia del veicolo, la velocità istantanea, l'ora e la corsia di percorrenza. In questo modo è stato possibile determinare la ripartizione più coerente con la realtà del TGM medio utilizzato per le simulazioni. Statisticamente negli ultimi 5 anni si è rilevato un modesto incremento di traffico

con addirittura una diminuzione nell'ultimo anno. Tenendo conto di questo andamento e volendo comunque dimensionare il piano di risanamento su un traffico attendibile si è cautelativamente aumentato del 5% il traffico consolidato al 2011 sia per il calcolo dell'area critica che per il dimensionamento del piano di risanamento.

Per quanto riguarda invece la sezione autostradale, la situazione è stata aggiornata e "congelata" all'ultimo periodo di esecuzione dei voli LIDAR.

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 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, che elaborazioni dei data base disponibili in rete che sopralluoghi effettuati con veicoli opportunamente equipaggiati di telecamere.

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):
 $L_{Aeq\ diurno} = 50\ dB[A]$ e $L_{Aeq\ notturno} = 40\ dB[A]$
- per i ricettori interessati esclusivamente dalle fasce di pertinenza acustica della strada in esame (sorgente principale), i limiti di facciata sono :
 $L_{Aeq\ diurno} = 70\ dB[A]$ e $L_{Aeq\ notturno} = 60\ dB[A]$, per ricettori entro la fascia A
 $L_{Aeq\ diurno} = 65\ dB[A]$ e $L_{Aeq\ notturno} = 55\ dB[A]$, 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 determinati secondo quanto previsto dal DMA del 29 novembre 2000.

Successivamente il calcolo è stato effettuato sul ricettore più critico di ogni piano degli edifici presenti nel corridoio di indagine. La determinazione di tale ricettore è stata effettuata con la seguente procedura:

- inserimento ad 1 m dalla facciata di un microfono virtuale ad ogni piano ed in ogni lato dell'edificio residenziale o sensibile
- definizione del limite di ogni ricettore in funzione della sua appartenenza alla fascia A o B di pertinenza eventualmente modificato secondo il criterio della concorsualità delle sorgenti
- calcolo per ognuno di questi punti del livello di immissione in funzione del traffico di progetto
- determinazione del ricettore acusticamente più critico di un certo piano con il criterio della massima differenza tra livello in facciata e limite relativo
- nel caso in cui la differenza risultasse negativa per tutti i punti relativamente ad un piano è stato definito come critico il ricettore esposto al livello più alto di rumore

Sulla base di queste criticità è stato dimensionato il piano di risanamento acustico

5. PIANO DI INTERVENTI DI ABBATTIMENTO E CONTENIMENTO DEL RUMORE

L'obiettivo del piano di contenimento ed abbattimento del rumore prodotto dall'infrastruttura stradali gestite da Tangenziale di Napoli, 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". Sulla rete in gestione a Tangenziale di Napoli S.p.A. sono già presenti un numero cospicuo di interventi antirumore. L'effetto di tali interventi realizzati è già stato considerato nel calcolo dell'area critica.

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 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 tali zone 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 seguenti passi:

- individuazione planimetrica degli edifici residenziali e dei ricettori sensibili compresi nelle fasce di pertinenza dell'autostrada per cui nella fase delle aree di criticità sono stati stimati livelli sonori generati dal traffico autostradale superiori ai valore limite prima illustrati;
- posizionamento, ad 1 metro dalla facciata più esposta, di un punto di calcolo in corrispondenza di ogni piano ed ogni lato, 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;
- determinazione della facciata più esposta in base ai criteri del ricettore più critico così come definito al paragrafo precedente;
- 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” ed inoltre specifica 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 Tangenziale di Napoli ha impostato il piano di risanamento.

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.

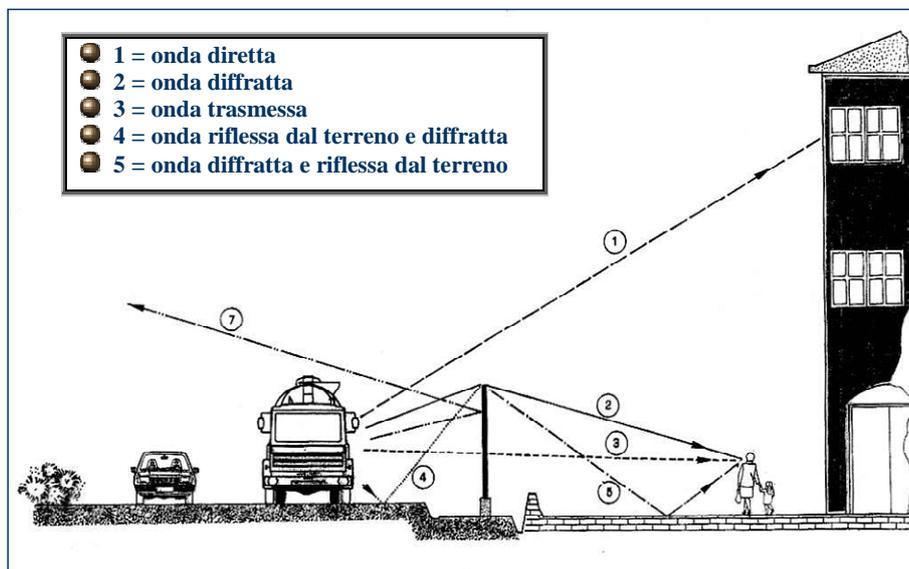
Il piano di abbattimento e contenimento del rumore recepisce in toto i programmi di rinnovo e manutenzione delle pavimentazioni attraverso cui, nei prossimi anni, le pavimentazioni chiuse saranno quasi completamente sostituite con quelle drenanti o ecodrenanti, aventi la duplice funzione di riduzione 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 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 seguenti soluzioni:

- barriere verticali totalmente fonoassorbenti, di altezza variabile da 3 a 6 metri, con passo minimo di 1 metro eventualmente integrate da aggetti orientati verso la sorgente;
- barriere integrate sicurezza_antirumore;
- aggetti in direzione dell’autostrada ad integrazione del potere schermante di alcuni interventi

Non si sono presi in esame aspetti quali scelta dei componenti e di materiali, forme o presenza di diffrattori di sommità, 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 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 antistanti 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, 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 auto ventilati la cui applicazione è stata subordinata al raggiungimento dei limiti interni così come previsto dai vigenti dispositivi di Legge. La verifica preliminare dell'isolamento di facciata di alcune tipologie di edifici presenti lungo la rete è stata effettuata durante le campagne di monitoraggio. I risultati riassunti nel paragrafo 2.5 hanno consentito di stimare, sulla base dei livelli in facciata, il livello atteso all'interno dell'abitazione attraverso l'applicazione di un coefficiente medio di 25 dB. Ad ultimazione dell'implementazione delle opere di mitigazione sull'infrastruttura occorrerà verificare la reale necessità di interventi sul ricettore qualora non fossero rispettati i limiti interni previsti dalla Legge (a seconda della destinazione d'uso).

5.3 Criteri di dimensionamento e pianificazione degli interventi

Le barriere antirumore sono state dimensionate 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 decennale prevista per la progetti definitivi ed opere, si provvederà a trattare in dettaglio tutti gli aspetti sia acustici (altezza e lunghezza della barriera, presenza di diffrattori e/o oggetti, impiego di diversi materiali, etc.) che di sicurezza (posizione rispetto alla barriera di sicurezza, pericolo incendi, resistenza agli urti, etc.) e di inserimento ambientale (materiali, forme e colori).

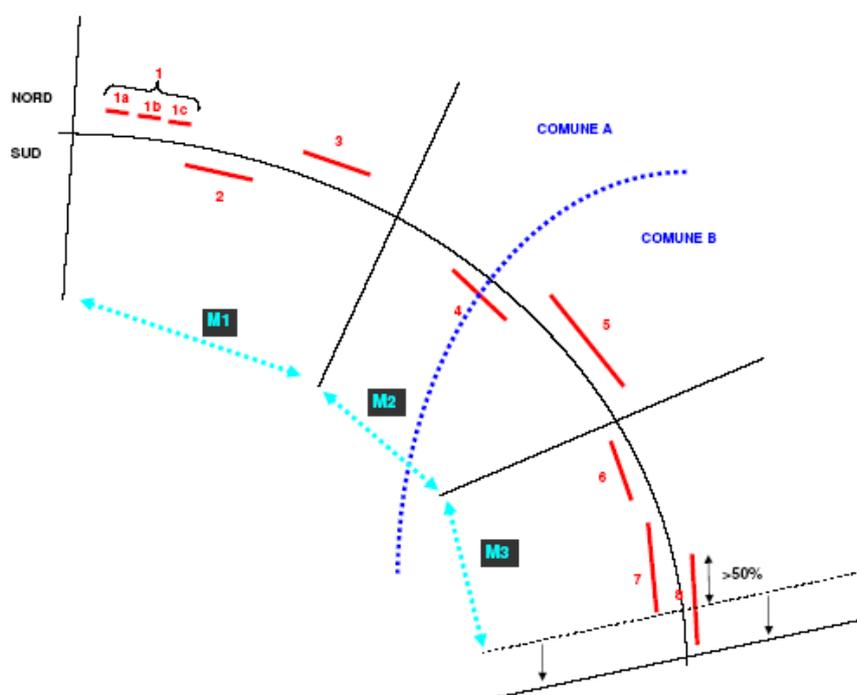
La superficie ed il numero di finestre antirumore sono state invece calcolati in modo parametrico, seguendo le indicazioni del DM Sanità 05/07/75 ovvero considerando una superficie vetrata pari ad 1/8 dell'area totale dei piani o degli edifici isolati per cui l'impiego delle barriere non riesce a garantire 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 la finalità di:

- ❑ distribuire nel modo più omogeneo possibile i lavori nei prossimi 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 quanto più possibile le fasi di cantierizzazione per 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
- 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 altezza e/o in tipologia realizzativi;
- 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, che viene utilizzato per creare la gerarchia degli interventi a livello regionale.

Al macrointervento vengono anche attribuiti, senza uno specifico indice di priorità, tutti gli “interventi diretti sul ricettore” presenti nella tratta interessata dal macrointervento stesso, anche se l'eventuale messa in opera degli stessi dovrà essere sottoposta a verifica ad installazione ultimata degli interventi passivi sulla sorgente e sulle vie di propagazione.

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 operativa di seguito descritta:

- individuazione delle sorgenti secondarie e successivamente degli edifici su cui insistono più fasce di pertinenza; in aggiunta a quanto svolto nella prima fase, in tale attività si sono prese in esame strade statali, provinciali e comunali di grande comunicazione e la rete ferroviaria RFI e di altri gestori 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
- per il traffico stradale dell'autostrada (sorgente principale) si sono ovviamente utilizzati i dati di consuntivi relativi al 2011 proiettati con un aumento del 5% che tiene anche conto che il trend del traffico è attualmente in diminuzione
- verifica per ciascun ricettore della 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 che 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 **l'indice di priorità**.

5.5 Risultati del modello di simulazione ed implementazione nel sistema GIS

La grande mole di dati e di informazioni che è necessario gestire per adempiere a quanto previsto dalla legge nella determinazione delle analisi critiche e dimensionamento del piano di risanamento ha reso necessario sviluppare una piattaforma GIS agganciata ai dati cartografici per poter gestire le informazioni di tipo acustico e para acustico. Le entità geometriche sono collegate ad una grande mole di dati utili per delle sintesi a fini reportistici e/o tabellari. In particolare per quanto concerne i calcoli previsionali del modello possono essere prodotte delle sintesi con i seguenti dati:

- Comune di appartenenza dell'edificio
- Numero identificativo dell' edificio
- Piano e volume edificio
- Distanza e altezza dell'edificio dall' infrastruttura
- Abitanti associati all'edificio
- Limite diurno e notturno
- Livelli di simulazione area critica e piano di risanamento con indicazione del superamento del limite di riferimento
- Tipologia edificio
- Metri quadrati ipotetici di finestre antirumore ove presenti
- Intervento di mitigazione influente sull'edificio ove presente
- Indice di priorità

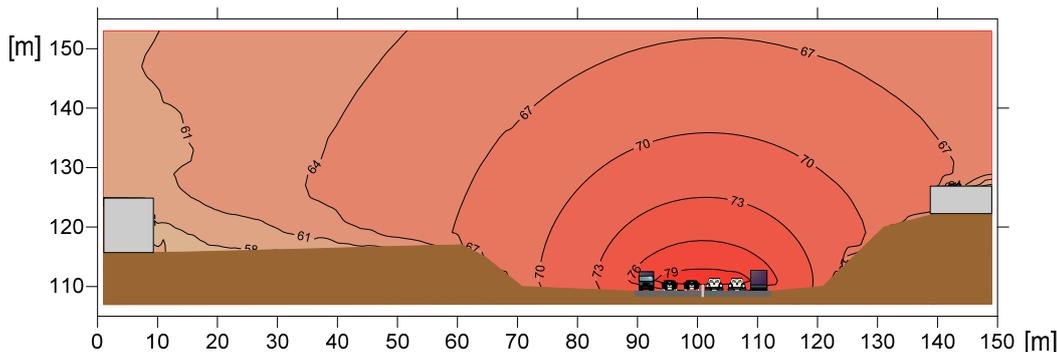
A titolo esemplificativo viene riportato uno stralcio di quanto descritto

Comune	Edificio n.	Piano n.	volume associato [m³]	Distanza [m]	Altezza relativa [m]	Abitanti associati	Livello limite [dB(A)]		A) - Situazione AREA CRITICA [dB(A)]				B) - Situazione PIANO DI RISANAMENTO [dB(A)]				Tipologia edificio	Isolamento Speciale (m² vetratura)	Intervento	IDP
							day	night	day	out	night	out	day	out	night	out				
Pozzuoli(015063060)	102	Piano terra	696.6	34.0	1.0	7	67	57	62.0	57.4	60.4	55.6	Abitativa	0	1	3.0				
Pozzuoli(015063060)	102	1° piano	696.6	34.0	4.0	7	67	57	62.8	58.2	60.4	55.4	Abitativa	0	1	9.0				
Pozzuoli(015063060)	102	2° piano	696.6	34.0	7.0	7	67	57	65.0	60.2	60.7	55.6	Abitativa	0	1	22.0				
Pozzuoli(015063060)	103	Piano terra	423.6	70.2	-7.3	4	70	60	58.7	53.3	58.6	55.2	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	103	1° piano	423.6	70.2	-4.3	4	70	60	58.6	56.0	58.0	55.6	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	104	Piano terra	306.3	70.0	-7.7	3	70	60	59.4	57.0	58.9	56.5	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	104	1° piano	306.3	66.0	-4.5	3	70	60	58.9	56.4	58.3	55.9	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	104	2° piano	306.3	66.0	-1.5	3	70	60	59.1	56.4	58.5	55.9	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	105	Piano terra	4716.6	171.0	-10.0	47	65	55	52.8	50.4	52.7	50.4	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	105	1° piano	4716.6	171.0	-7.0	47	65	55	52.4	50.1	52.4	50.1	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	105	2° piano	4716.6	148.8	-4.0	47	65	55	53.4	50.9	52.7	50.2	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	105	3° piano	4716.6	148.8	-1.0	47	65	55	53.7	51.0	52.8	50.3	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	105	4° piano	3344.4	148.8	1.5	47	65	55	55.3	51.1	53.3	50.3	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	106	Piano terra	814.5	71.5	7.5	8	67	57	53.6	50.4	53.4	50.4	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	106	1° piano	814.5	71.5	10.5	8	67	57	54.1	50.9	53.9	50.9	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	107	Piano terra	2572.8	214.8	-10.4	26	65	55	50.5	48.2	50.5	48.2	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	107	1° piano	2572.8	214.8	-7.4	26	65	55	50.4	48.0	49.8	47.9	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	107	2° piano	2572.8	214.8	-4.4	26	65	55	49.8	47.4	49.6	47.3	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	107	3° piano	2572.8	214.8	-1.4	26	65	55	49.9	47.3	49.4	47.0	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	107	4° piano	2572.8	214.8	1.6	26	65	55	50.8	47.3	49.6	47.0	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	107	5° piano	2572.8	214.8	4.6	26	65	55	51.1	47.2	49.8	46.9	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	107	6° piano	1715.2	214.8	7.1	26	65	55	51.2	47.2	50.0	46.9	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	108	Piano terra	269.4	121.4	-8.5	3	65	55	56.4	54.2	56.2	54.0	Abitativa	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	109	Piano terra	3349.8	56.3	-4.4	505	50	40	61.5	55.2	56.2	54.0	Sensibile-Scuola	0	2	5800.0				
Pozzuoli(015063060)	109	1° piano	3349.8	56.3	-1.4	505	50	40	63.1	56.0	56.0	54.0	Sensibile-Scuola	0	2	6629.0				
Pozzuoli(015063060)	110	Piano terra	798.0	123.6	-5.8	120	50	40	49.5	45.5	48.4	45.5	Sensibile-Scuola	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	110	1° piano	638.4	123.6	-3.1	120	50	40	48.8	44.8	48.4	45.5	Sensibile-Scuola	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	111	Piano terra	2738.4	43.8	-6.0	413	50	40	60.1	54.2	56.2	54.0	Sensibile-Scuola	0	2	4188.0				
Pozzuoli(015063060)	111	1° piano	2738.4	43.8	-3.0	413	50	40	62.6	55.4	55.4	54.0	Sensibile-Scuola	0	2	5212.0				
Pozzuoli(015063060)	112	Piano terra	1323.9	110.8	-5.3	200	50	40	45.4	42.4	45.4	42.4	Sensibile-Scuola	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	112	1° piano	1147.4	110.8	-2.5	200	50	40	51.6	49.7	49.7	47.3	Sensibile-Scuola	0	2	315.0				
Pozzuoli(015063060)	113	Piano terra	1927.8	39.4	-5.8	291	50	40	61.0	55.1	55.1	54.0	Sensibile-Scuola	0	2	3184.0				
Pozzuoli(015063060)	113	1° piano	1542.2	39.4	-3.1	291	50	40	63.1	56.0	56.0	54.0	Sensibile-Scuola	0	2	3812.0				
Pozzuoli(015063060)	114	Piano terra	513.3	55.1	-0.9	5	67	57	54.2	51.6	54.1	51.6	Abitativa	0	0	0.0				
Pozzuoli(015063060)	114	1° piano	513.3	55.1	2.2	5	67	57	57.0	53.4	56.8	53.4	Abitativa	0	0	0.0				
Pozzuoli(015063060)	114	2° piano	513.3	55.1	5.2	5	67	57	57.3	53.4	57.0	53.4	Abitativa	0	0	0.0				
Pozzuoli(015063060)	115	Piano terra	1653.0	219.0	-11.3	249	50	40	45.1	43.9	46.0	43.9	Sensibile-Scuola	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	115	1° piano	1653.0	219.0	-8.3	249	50	40	47.1	46.0	46.0	44.0	Sensibile-Scuola	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	115	2° piano	1157.1	219.0	-5.3	249	50	40	49.2	46.2	46.2	44.0	Sensibile-Scuola	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	116	Piano terra	281.4	87.9	-5.6	42	50	40	47.0	47.2	47.2	45.1	Sensibile-Scuola	0	2	0.0				
Pozzuoli(015063060)	117	Piano terra	1851.0	57.3	0.1	19	70	60	58.8	56.1	58.7	56.1	Abitativa	0	0	0.0				
Pozzuoli(015063060)	117	1° piano	1851.0	57.3	3.1	19	70	60	61.0	57.2	60.9	57.2	Abitativa	0	0	0.0				
Pozzuoli(015063060)	118	Piano terra	408.3	247.4	2.5	4	62	52	44.1	41.0	43.7	41.0	Abitativa	0	0	0.0				
Pozzuoli(015063060)	118	1° piano	231.4	247.4	4.8	4	65	55	44.2	41.1	43.8	41.1	Abitativa	0	0	0.0				

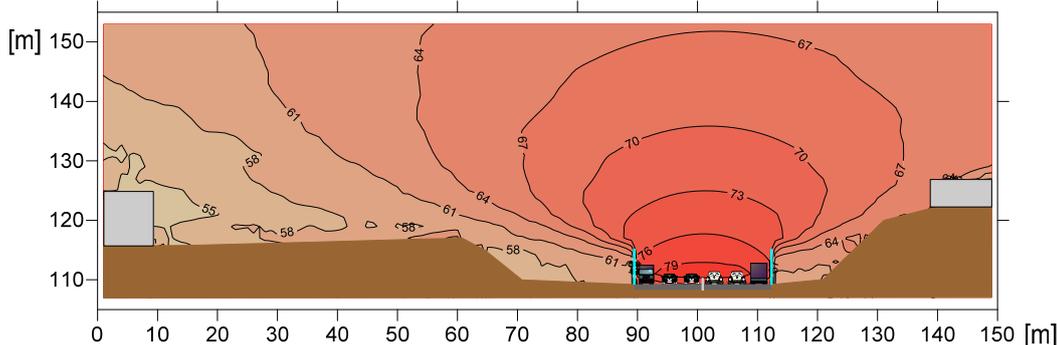
5.6 Propagazione acustica in sezione

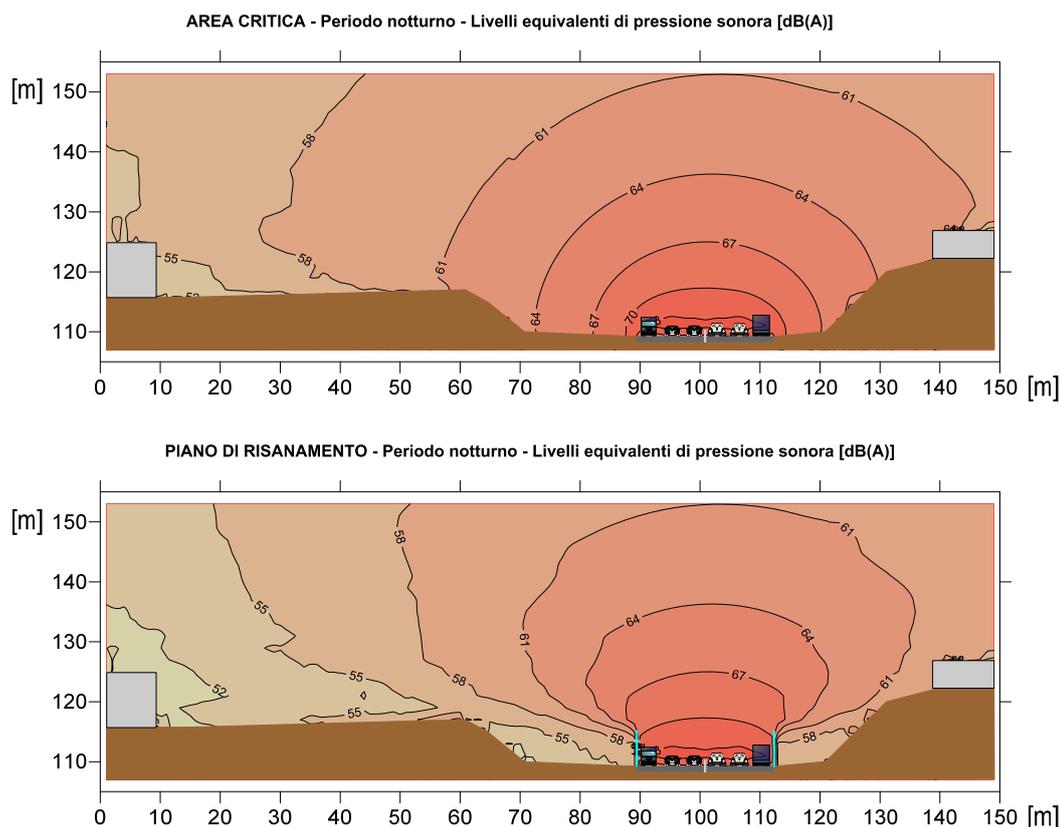
Lo studio del clima acustico relativo all'area critica ed al piano di risanamento è stato studiato anche con l'ausilio di curve isofoniche in sezioni tipiche. Questo con la finalità di osservare la propagazione del rumore e le interferenze che gli interventi di bonifica permettono di conseguire, per un miglior dimensionamento anche se di tipo pianificatorio. A titolo esemplificativo si allega una sezione tracciata al km 17+400 circa, sia riferita al clima acustico diurno che notturno.

AREA CRITICA - Periodo diurno - Livelli equivalenti di pressione sonora [dB(A)]



PIANO DI RISANAMENTO - Periodo diurno - Livelli equivalenti di pressione sonora [dB(A)]





5.7 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 dodici anni dalla pubblicazione del DMA citato, nella predisposizione del piano, Tangenziale di Napoli S.p.A. 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 di bonifica acustica già realizzate sulla rete e di altri costi desunti dal prezioso di Autostrade per l'Italia S.p.A. di cui Tangenziale di Napoli S.p.A. fa parte a livello di gruppo.

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

5.8 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 Tangenziale di Napoli. 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 dei lavori;
- monitoraggi (traffico e rumorosità) in condizioni di post-operam nelle posizioni predefinite e verifica statistica degli scostamenti fra dati strumentali e di calcolo presso i vari ricettori.

6. LA FASE ATTUATIVA DEL PIANO DI RISANAMENTO

Il piano di abbattimento e contenimento del rumore predisposto da Tangenziale di Napoli S.p.A. prevede la realizzazione di un certo numero 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, 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-intevento 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, è stato elaborato (vedi figura seguente) un "cronoprogramma tipo" relativo ad un macrointervento di media estensione.

INCIDENZE TEMPORALI FASI DEL PROCESSO			IPOTESI CRONOPROGRAMMA PER MACRO INTERVENTO MEDIO																																												
			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																											
autorizzazioni	3																								L	L	L																				
interferenze	3																																														
esecuzione	12																																														
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	C	

* 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

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 Tangenziale di Napoli, 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

Oltretutto 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 degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore impegnerà Tangenziale di Napoli S.p.A. nei prossimi dieci anni in attività coordinate e gestite con criteri assimilabili a quelli di manutenzione dell'infrastruttura, allo scopo di perseguire un costante e tempestivo adeguamento alle norme di legge ed un reale miglioramento delle condizioni ambientali.

Il Piano di Risanamento Acustico è caratterizzato dai seguenti dati di sintesi:

- ❑ un totale di 38 microinterventi (o 6 macrointerventi) che interessano oltre 20 Km di infrastruttura ed i Comuni di Napoli e Pozzuoli;
- ❑ una lunghezza totale di 7.8 km di barriere antirumore, per una superficie totale, fra barriere, aggetti e varie pari a quasi 40.000 m²;
- ❑ un stima di circa 1700 m² di interventi diretti su ricettori;
- ❑ costo complessivo delle attività di risanamento stimato in circa 29 milioni di euro.

Affinché l'intero piano abbia successo è comunque essenziale una forte ed attiva partecipazione degli enti locali interessati (principalmente Regione 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 specifici interventi.