

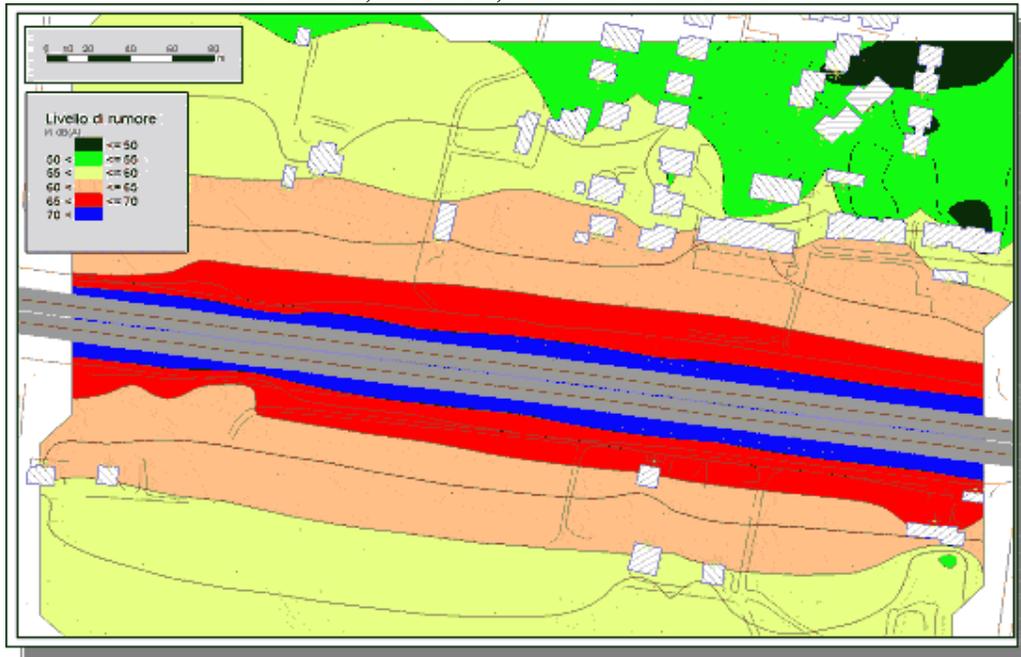


Regione Siciliana



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA
RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DEL RUMORE
RIELABORAZIONE
GIUGNO 2004**

IN ATTUAZIONE DELLA
MISURA 1.01, AZIONE B.2, CDP POR SICILIA 2000-2006



Ing. Salvatore Caldara

Ing. Dario Di Gangi

Arch. Gianantonio Lisciandrello

Dott. Antonio Sansone Santamaria

PALERMO - GIUGNO 2004

Versione 1.1

Premessa.....	3
1. Quadro di riferimento.....	3
1.1 Introduzione	3
1.1 Il ruolo e l'attività di ARPA Sicilia	4
1.2 L'inquinamento acustico nella normativa europea.....	5
1.3 La normativa vigente nel settore dell'inquinamento acustico: la normativa italiana.....	6
1.4 Analisi dei riferimenti tecnici	19
1.5 La situazione in Sicilia	20
2. Analisi ambientale e descrizione delle attività di monitoraggio effettuate in Sicilia	21
2.1 Gli indicatori utilizzati per descrivere il rumore ambientale	21
2.2 Ricognizione delle attività dei Dipartimenti Provinciali ARPA.....	33
2.3 Ricognizione reti di monitoraggio rumore	34
3. Motivazioni della proposta.....	46
3.1 Analisi dei bisogni informativi	46
3.2 Analisi delle criticità del sistema attuale	47
4. La classificazione acustica del territorio	48
4.1 La situazione siciliana - stato di recepimento della normativa nazionale	48
4.2 Principi metodologici per la classificazione acustica.....	50
5. Struttura della rete di monitoraggio proposta.....	51
5.1 Caratterizzazione delle sorgenti	51
5.1.1 Rumore da infrastrutture di trasporto	52
5.1.2 Rumore urbano	52
5.1.3 Rumore industriale	53
5.1.4 Rumore da sorgenti fisse e non industriali.....	53
5.2 Obiettivo dell'intervento proposto	53
5.3 Dimensionamento della rete	54
5.4 Metodologia adottata per il monitoraggio	56
5.5 Descrittori acustici.....	57
6. Analisi dettagliata degli aspetti del progetto di rete	58
6.1 Caratteristiche degli strumenti di misura.....	59
6.2 Cartografia di riferimento	60
6.4 Flusso dei dati e popolamento del SIRA	66
6.5 Modellistica.....	66
6.5.1 Standard di riferimento	67
6.5.2 Sorgente immagine e Ray Tracing	73
6.6 Specifiche tecniche della strumentazione	78
<i>Scrivania operativa</i>	88
6.7 Prodotti informativi	90
7. Progettazione campagne di monitoraggio	90
7.1 Generalità.....	90
7.2 Aree urbane	92
7.3 Aree extraurbane	93
7.4 Metodiche di misura ed elaborazione dei dati	94
7.4.1 Schema del campionamento: Strade.....	94
7.4.2 Schema del campionamento : Linee ferroviarie.....	97
7.4.3 Schema del campionamento : Sorgenti fisse.....	98

7.5	Passaggio dalla descrizione puntuale alla descrizione areale	100
7.6	Misure in continuo	101
7.6.1	Aree interessate dalle principali infrastrutture dei trasporti (stradali e ferroviari).....	103
7.6.2	Tratti di strade e ferrovie extraurbane con tessuto edificato circostante ritenuto rado (tratti al di fuori dei centri urbani)	103
7.6.3	Tratti di strade e ferrovie extraurbane con tessuto edificato circostante ritenuto consistente (attraversamento dei centri urbani).....	105
7.6.4	Parametri e frequenze di rilevamento	105
8.	Stima dei costi.....	107
9.	Conclusioni.....	113
	Bibliografia.....	114

Premessa

Il presente documento costituisce una rielaborazione della progettazione già approvata, resasi necessaria:

1. per garantire nella fase di avvio le risorse economiche all'attività di posizionamento delle centraline per il monitoraggio in continuo;
2. per aggiornare i prezzi;
3. per correggere errori materiali di computo;
4. per apportare alcune migliorie derivanti dall'evoluzione tecnologica della strumentazione.

1. Quadro di riferimento

1.1 Introduzione

La problematica dell'inquinamento acustico sta assumendo il ruolo di una delle più importanti tematiche ambientali a tutela della salute dei cittadini; in particolare nelle aree urbanizzate si è assistito negli ultimi decenni a una crescita del parco veicolare e dei trasporti su rotaia (metro, tram, treni), per non dimenticare il crescente traffico aereo. Ma un grosso contributo al rumore ambientale è dato anche dalle sorgenti quali le attrezzature utilizzate all'aperto nei cantieri o nelle attività artigianali, e dai macchinari fissi e mobili.

Nonostante l'accresciuta sensibilità della popolazione a questo tipo di problema derivante dall'inquinamento acustico, il rumore viene considerato come un inquinamento di seconda categoria dopo quello primario dell'aria, dell'acqua e del suolo.

Il peggioramento della qualità della vita dovuto al fastidio da rumore, è rilevato dal 25% della popolazione facente parte dell'UE secondo quanto riportato nella relazione di accompagnamento alla Proposta di direttiva europea sul rumore ambientale 2000/0194 (COD); inoltre una percentuale che va dal 5 al 15% soffre di seri disturbi del sonno dovuti al rumore.

Il VI Programma di azione per l'ambiente della Comunità europea "Ambiente 2010: il nostro futuro , la nostra scelta" si prefigge di raggiungere l'obiettivo di una riduzione del numero di persone esposte sistematicamente e sul lungo periodo ad elevati livelli di inquinamento acustico del 10% circa entro il 2010, e del 20% circa entro il 2020.

La recente direttiva europea (2002/49/CE) relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale ha come obiettivo quello di "*evitare, prevenire o ridurre, secondo le rispettive priorità, gli effetti nocivi, compreso il fastidio, dell'esposizione al rumore ambientale*". Questo obiettivo

sarà perseguito tramite la determinazione dell'esposizione al rumore ambientale tramite mappatura acustica (mappe acustiche strategiche); una corretta informazione al pubblico specificando i relativi effetti dovuti all'esposizione; ed infine l'adozione di piani d'azione per ridurre il rumore ambientale laddove necessario.

La stessa direttiva propone di realizzare una base comune a tutti gli Stati membri nell'uso dei metodi di determinazione dei livelli di inquinamento acustico con relative metodologie di misura. In tal modo sarà possibile costruire dei criteri confrontabili per la presentazione dei dati relativi ai livelli di inquinamento acustico da parte dei diversi Stati membri. (approccio comune)

In ultimo questa direttiva fornisce una base per lo sviluppo di misure comunitarie di contenimento del rumore generato dalle principali sorgenti.

1.1 Il ruolo e l'attività di ARPA Sicilia

Istituita con la legge 3 maggio 2001 n. 6, l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) Ente strumentale della Regione siciliana dotata di personalità giuridica, pubblica e di autonomia tecnica, gestionale, amministrativa, offre servizi di controllo, informazione, ricerca e consulenza sia agli enti pubblici sia alle imprese private, attraverso una rete di laboratori ed uffici presenti in ciascuna provincia siciliana.

Per ciò che concerne il rumore l'Agenzia sviluppa la sua attività di monitoraggio ambientale per il rilevamento dei fattori fisici di inquinamento acustico.

L'azione dell'ARPA si sviluppa in direzione del controllo della qualità dell'ambiente e si propone, nel contempo, come punto di riferimento in grado di esprimere pareri per la tutela il recupero dell'ambiente e in merito all'approvazione di progetti in materia, prospettando l'adozione di provvedimenti in grado di assicurare la sostenibilità dello sviluppo.

L'ARPA Sicilia ha il ruolo di controllare i livelli di inquinamento acustico nel territorio mediante l'azione dei Dipartimenti ARPA Provinciali (DAP). Quest'ultimi pianificano campagne di misure per caratterizzare le zone del territorio di loro competenza ed effettuano misure in seguito alle richieste dei singoli cittadini esposti a livelli di rumore fastidiosi.

Allo stesso tempo l'Agenzia supporta tecnicamente gli Enti preposti che esplicano le azioni di regolamentazione, pianificazione e controllo dell'inquinamento acustico (Regione, Province, Comuni) ad esempio con la formulazione di proposte (linee guida per la classificazione acustica del territorio) e con l'intervento per la tutela , il risanamento e il recupero dell'ambiente.

L'ARPA Sicilia inoltre ha il ruolo di informare i cittadini sui livelli di rumore presenti in ambito urbano ed extraurbano (infrastrutture di comunicazione) mediante le mappe acustiche elaborate attraverso l'utilizzo di modelli di simulazione col supporto della rete di monitoraggio in continuo ivi presentata.

L'informazione sarà disponibile sul sito dell'Agenzia anche grazie agli strumenti che sono stati

previsti in questa progettazione.

1.2 L'inquinamento acustico nella normativa europea

La recente emanazione della **Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002**, ha introdotto dei sensibili cambiamenti nel modo di affrontare e valutare il problema dell'inquinamento acustico, ed è improntata alla determinazione e gestione del rumore ambientale con una particolare attenzione alla "*prevenzione*", al fine di ridurre quanto possibile gli effetti nocivi sulle persone esposte.

Riassumendo, secondo la direttiva, il rumore è l'emissione acustica generata dall'attività umana percepito in ambiente abitativo. Il campo di applicazione, quindi, riguarda tutto il rumore, ma si concentra su quello generato da trasporto stradale, aereo e ferroviario e su quello dell'attività produttiva. Escludendo quindi quello prodotto dalla persona esposta, dal vicinato, dalle attività militari svolte in zone militari, il rumore nei luoghi di lavoro, a bordo dei mezzi di trasporto.

Uno degli obiettivi fondamentali della direttiva è quello di armonizzare i descrittori ed i metodi di determinazione del rumore ambientale tra gli stati membri, in modo da ottenere dati sull'esposizione al rumore sotto forma di "*mappe acustiche*" che siano facilmente divulgabili all'opinione pubblica. La direttiva pone la sua attenzione su particolari fasce relative agli agglomerati urbani, alle strade, alle ferrovie e agli aeroporti, in modo da avere informazioni ed un riferimento sia per i piani di risanamento a livello locale, sia per la fissazione di obiettivi a cui tendere a livello comunitario. A questo scopo la direttiva impone agli stati membri di comunicare i limiti in vigore, espressi secondo i descrittori armonizzati, senza però preoccuparsi di fissare limiti comuni per tutta l'Europa.

La direttiva prevede che gli stati membri svolgano un'attività di descrizione "*periodica*" della situazione acustica di porzioni di territorio abbastanza vaste. Tutto ciò costituirebbe la base informativa per un coinvolgimento delle comunità locali nella gestione delle problematiche connesse all'inquinamento acustico. Per conseguire questi risultati, la direttiva pone come uno dei suoi principali obiettivi l'ottenimento dei "*dati sull'esposizione al rumore sotto forma di mappe acustiche*" che saranno la base per i piani di risanamento a livello locale e il punto di partenza per la fissazione di obiettivi di abbattimento a livello UE.

Alla base della proposta europea c'è la convinzione che sia necessario fornire alla popolazione un'informazione di facile lettura e comprensione in modo che si possano confrontare le diverse situazioni.

Le attività di raccolta devono quindi soddisfare dei requisiti, come:

- ✓ riferirsi a posizioni o situazioni, dei soggetti esposti, omogenee tra loro;
- ✓ usare una metodologia che consenta il confronto dei risultati, a distanza di tempo, con quelli ottenuti in seguito con la stessa metodologia;
- ✓ rendere facilmente comprensibile i risultati dell'indagine;
- ✓ consentire la descrizione di contesti acustici che valgano per ampie porzioni della popolazione con

un dispendio di energia e tempo ragionevole.

Le descrizioni dei livelli sonori sono definite mappature acustiche e hanno bisogno di una “*rete di monitoraggio*”, che non deve però essere concepita come un insieme di stazioni fisse di rilevazione in continuo. Queste descrizioni sono proibitive nello spazio edificato, dove riflessioni e diffrazioni rendono i livelli sonori fortemente variabili. Sono quindi possibili mappe acustiche relative ai livelli sonori:

- ✓ in facciata delle abitazioni;
- ✓ sul lato più esposto dell’abitazione;
- ✓ del lato quieto dell’abitazione;
- ✓ all’interno delle stanze esposte;
- ✓ in spazi aperti dedicati ad attività ricreative.

Si deve, quindi, di volta in volta, scegliere gli indicatori più adatti alla funzione e alle analisi cui la mappatura è destinata. Secondo la normativa italiana, questi descrittori vengono usati per definire sia limiti riferiti al livello sonoro di una specifica sorgente (limite di emissione) sia riferiti al livello complessivo dell’insieme delle sorgenti (limite di immissione); la direttiva, invece, specifica che la quantificazione dei livelli sonori deve essere distinta per la tipologia di sorgente.

Per quanto riguarda il posizionamento del microfono, la direttiva tratta l’argomento nel dettaglio indicando 4 m di altezza dal piano stradale e 2 m dalla facciata dell’edificio. Nella proposta troviamo anche che il valore misurato deve essere riferito alla sola energia sonora incidente che non è direttamente misurabile in caso di facciate riflettenti; abbiamo quindi misure senza riflessioni, al contrario, invece, di quanto avviene per la normativa italiana. Quest’ultima non tratta in dettaglio la questione del monitoraggio e fornisce indicazioni sul posizionamento del microfono mirate alla verifica del rispetto dei limiti di legge: tende quindi a portare il microfono nella posizione del ricevitore in esame all’altezza della testa (1,5 m dal pavimento o suolo di calpestio).

1.3 La normativa vigente nel settore dell’inquinamento acustico: la normativa italiana

Il quadro normativo italiano relativo all’inquinamento acustico è complesso e ancora in fase di evoluzione (soprattutto per quel che riguarda la regolamentazione delle emissioni sonore delle infrastrutture stradali) ma si può dire con certezza che negli ultimi anni sono stati fatti notevoli passi avanti anche in relazione con le normative degli altri stati europei. Il primo tentativo in Italia di organizzare e fornire disposizioni normative riguardanti l’inquinamento acustico ambientale è stato fatto con il **D.P.C.M. 1/3/1991** che però, per limiti intrinseci legati alla natura stessa del decreto, non costituiva uno strumento impositivo né, tantomeno, forniva un inquadramento generale del problema con la definizione di criteri, competenze, scadenze, controlli e sanzioni.

Attualmente, la normativa acustica si basa, a livello nazionale, sulla **Legge n°447/95 pubblicata sulla G.U. del 30/10/1995, “Legge quadro sull’inquinamento acustico”**, con la quale si è inteso dare una regolamentazione definitiva alla materia ma che sarà pienamente operativa solo dopo l’emanazione

di tutti i numerosi decreti cui la stessa legge ha demandato le disposizioni applicative. Solo una parte di tali decreti è stata ad oggi emanata. La legge quadro riprende e amplia alcuni concetti e definizioni già presenti nella legislazione precedente e costituisce un organico testo di indirizzo sulle problematiche dell'inquinamento acustico.

Il **D.P.C.M. 1/3/1991** ha introdotto, per la prima volta in Italia, l'obbligo per i Comuni di classificare il territorio comunale in zone omogenee dal punto di vista acustico. L'art. 2, infatti, prevede che i comuni adottino una classificazione attenendosi alle indicazioni contenute nell'allegato 1 che distingue, in base alle diverse destinazioni d'uso del territorio, sei aree cui sono associati altrettanti limiti massimi di immissione distinti in due periodi di riferimento, quello diurno (6-22) e quello notturno (22-6). Tali aree saranno poi riprese con uguale definizione dalla normativa più recente. Oltre al limite di immissione assoluto, il decreto introduce anche il limite di immissione differenziale o "criterio differenziale" da rispettare in tutte le aree tranne che in quelle esclusivamente industriali. Tale criterio impone che la differenza tra il livello di rumore ambientale e quello di rumore residuo non deve superare i 5 dB(A) durante il periodo diurno e i 3 dB(A) durante quello notturno. Anche questo criterio sarà ripreso, con alcune modifiche importanti, dalla normativa successiva.

Questo decreto è stato quasi completamente abrogato con l'entrata in vigore della nuova legge quadro. La parte del decreto che rimane ancora valida è quella relativa all'art. 6 che prevede, per i comuni che non hanno ancora provveduto alla classificazione acustica del territorio comunale, una classificazione transitoria in quattro classi (riferita al **DM 1444/68**) cui sono associati i limiti provvisori riportati in Tabella 1.4.1.

TABELLA 1.4.1 - Limiti provvisori validi in attesa di classificazione acustica del territorio comunale

ZONE AI SENSI DEL DM 1444/68	PERIODO NOTTURNO (22:00 ÷ 06:00)	PERIODO DIURNO (06:00 ÷ 22:00)
Zona A	55 dB(A)	65 dB(A)
Zona B	50 dB(A)	60 dB(A)
Tutto il territorio nazionale	60 dB(A)	70 dB(A)
Zone esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)

Il 26 ottobre 1995 è stata emanata la **Legge quadro n. 447/95** che ha cercato di risolvere la situazione di carenza legislativa in materia, solo in minima parte rimediata dal precedente **DPCM 1.3.91**. La Legge quadro non mira soltanto alla tutela della salute ma anche, a differenza del DPCM 1.3.91, al conseguimento di un clima acustico ottimale per il comfort delle persone. A tale scopo fissa i principi generali della tutela dall'inquinamento acustico e definisce, delineandole nel dettaglio, le competenze sia degli Enti pubblici, che esplicano le azioni di regolamentazione, pianificazione e controllo (Regioni, Province, Comuni), sia dei soggetti pubblici e privati che possono direttamente o

indirettamente causare inquinamento acustico. La legge demanda a specifici decreti e regolamenti di attuazione la disciplina dei vari aspetti tecnici affrontati, che spaziano dalle tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico, alla determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore, ai requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi d'intrattenimento danzante e nei pubblici esercizi, ai requisiti passivi degli edifici, alla regolamentazione del rumore degli impianti a ciclo continuo, alla disciplina del rumore stradale, ferroviario e aeroportuale, alle direttive per la predisposizione dei piani d'intervento per il contenimento e l'abbattimento del rumore prodotto dai servizi pubblici di trasporto e dalle relative infrastrutture, ai criteri per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica.

La Legge quadro, seppure non ancora pienamente attiva per la mancata emanazione di alcuni decreti e regolamenti ancora in fase di definizione, rappresenta uno strumento di grande rilevanza per affrontare in maniera organica e decisiva l'inquinamento acustico soprattutto nell'ambiente urbano, in cui i livelli di rumore presenti risultano spesso particolarmente elevati.

I decreti applicativi e la legislazione specifica sviluppati nei sette anni trascorsi dall'entrata in vigore della Legge quadro, sono piuttosto articolati e complessi e la loro analisi può aiutare a comprendere in quali direzioni si è mossa l'Italia e in quali deve ancora farlo. Lo schema seguente riassume la situazione odierna della normativa in materia di inquinamento acustico.

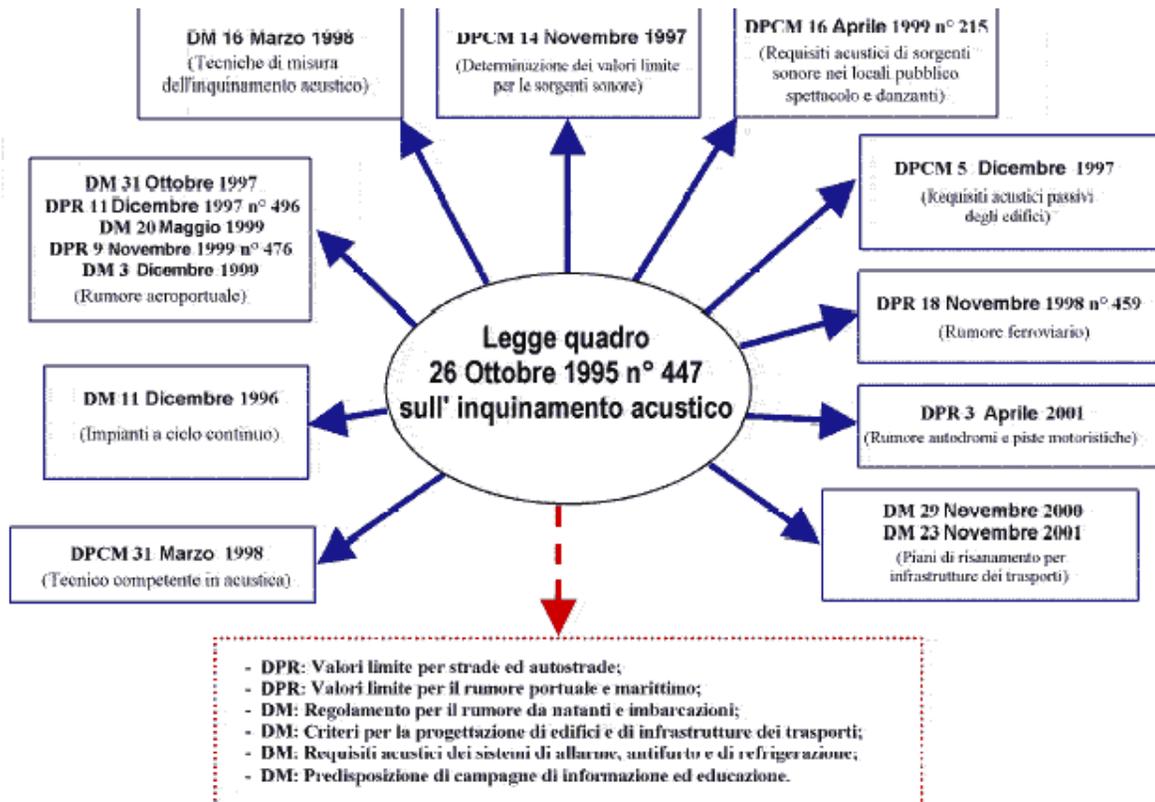


Figura 1.4.1. – Schema generale della normativa in materia di inquinamento acustico

Il primo decreto emanato ai sensi della Legge quadro è il **DM 11.12.96 recante disposizioni in merito a “applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo continuo”**, in base a quanto richiesto dall’art. 2 del vecchio DPCM 1.3.91 e dall’art. 15 della Legge quadro.

Gli impianti a ciclo produttivo continuo in esercizio prima dell’entrata in vigore dello stesso decreto, sono soggetti al criterio differenziale (che sarà dettagliatamente descritto nel seguito) quando non siano rispettati i valori assoluti di immissione, definiti dall’art.2 comma 1 lettera f) della legge quadro 26 ottobre 1995 n°447; per gli impianti a ciclo continuo realizzati dopo l’entrata in vigore del decreto, il rispetto del criterio differenziale è necessario per il rilascio della relativa autorizzazione. I piani di risanamento per questi impianti, da predisporre in caso di superamento dei limiti di immissione assoluti, sono finalizzati al rispetto anche del criterio differenziale. Il tempo per la realizzazione dei piani è due anni.

Ai sensi dell’art. 3, comma 1, della Legge quadro è stato emanato il **DM 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”**.

Questo decreto è di fondamentale importanza per chi si occupa di determinare strumentalmente la rumorosità di una determinata sorgente acustica in tutti gli ambienti, esterni ed interni, al fine di valutare il disturbo conseguente all’esposizione della popolazione al rumore. Il decreto stabilisce, tra l’altro, che le misure devono essere effettuate, secondo l’art.2, con un sistema di misura di classe I secondo le specifiche norme EN e IEC in materia. La strumentazione deve essere calibrata prima e dopo ogni ciclo di misura con un calibratore anch’esso di classe I e le misure sono valide se i risultati delle due calibrazioni differiscono al massimo di $0,5 \text{ dB(A)}$. Ogni elemento e accessorio della strumentazione deve essere di classe I e, come specificato nell’art. 2 comma 4, gli strumenti devono essere dotati di certificati di taratura e controllati almeno ogni due anni presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale SIT. È consentito l’utilizzo di segnali registrati ma il registratore deve essere di classe I e deve essere dichiarato nel rapporto di misura. Inoltre, insieme al segnale deve essere registrato, prima e dopo la registrazione, anche un segnale di calibrazione.

L’Allegato A del decreto fornisce le definizioni di tutti i parametri e i concetti necessari per una corretta esecuzione dei rilevamenti. Di particolare importanza sono le definizioni dei tempi cui riferire tutte le valutazioni (Tempo di riferimento, di osservazione e misura) e dei parametri acustici (livelli dei valori efficaci di pressione sonora *Slow*, *Fast* e *Impulse*, livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A, SEL, Livello ambientale e residuo).

Nell’allegato B si ritrovano le norme tecniche per l’esecuzione delle misure. In esso sono stabilite dettagliatamente le condizioni ambientali e di misura da verificare e rispettare prima e durante i rilevamenti e le modalità di posizionamento della strumentazione sia nel caso di misure in esterno che per quelle interne agli ambienti abitativi. Le condizioni meteorologiche sono importanti; le misure vanno infatti effettuate in assenza di precipitazioni atmosferiche e con una velocità del vento minore di

5 m/s (allegato B, punti 6 e 7). Altre importanti disposizioni riguardano i metodi di riconoscimento di componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza nel rumore analizzato. Nel caso in cui nel rumore sotto indagine siano presenti una o più di tali componenti, si applicano dei fattori correttivi penalizzanti al rumore misurato. Al contrario, sono previste delle agevolazioni nel caso di rumori di breve durata detti *a tempo parziale* (rumori con persistenza inferiore ad 1 ora o a 15 minuti complessivi nel periodo diurno).

L'allegato C descrive in dettaglio la metodologia di misura del rumore ferroviario (punto 1) e di quello stradale (punto 2). Nel primo caso, la misura si deve protrarre, in condizioni di normale circolazione del traffico ferroviario, per almeno 24 ore, mentre per il rumore stradale, considerato il suo carattere di casualità o pseudocasualità, il monitoraggio deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana.

L'allegato D del decreto dispone che i risultati dei rilevamenti acustici devono essere trascritti in un rapporto che contenga i seguenti dati:

- a) data, luogo, ora del rilevamento e descrizione delle condizioni meteorologiche;
- b) tempo di riferimento, di osservazione e di misura;
- c) catena di misura completa, precisando la strumentazione impiegata, relativo grado di precisione e certificato di verifica della taratura;
- d) livelli di rumore rilevati;
- e) lasse di destinazione d'uso alla quale appartiene il luogo di misura;
- f) le conclusioni;
- g) modello, tipo, dinamica e risposta in frequenza nel caso di utilizzo di un sistema di registrazione o riproduzione;
- h) elenco nominativo degli osservatori che hanno presenziato alla misurazione;
- i) identificativo e firma leggibile del tecnico competente che ha eseguito le misure.

In attuazione dell'art. 3 della legge quadro, è stato emanato il **D.P.C.M. 14/11/97** "**determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore**". Questo importante decreto stabilisce i valori limite di emissione e immissione, i valori di attenzione e quelli di qualità, riferiti alle classi di destinazione d'uso del territorio definite nella Tabella A allegata allo stesso decreto, riprendendo la classificazione del territorio comunale introdotta con il vecchio **DPCM 1.3.91**. La definizione delle sei classi è riportata nella Tabella 1.4.2 qui di seguito.

In Tabella 1.4.3 sono riassunte le tabelle B, C e D del decreto che riportano i valori limite di emissione, di immissione assoluti e di qualità.

TABELLA 1.4.2 - Definizione delle classi di destinazione d'uso del territorio comunale ai fini della classificazione acustica (Tabella A del DPCM 14.11.97).

CLASSE	DESCRIZIONE
Classe I: Aree particolarmente protette.	Aree in cui la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione.
Classe II: Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale.	Aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
Classe III: Aree di tipo misto.	Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
Classe IV: Aree ad intensa attività umana.	Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione con elevata presenza di attività commerciali, uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.
Classe V: Aree prevalentemente industriali.	Aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
Classe VI: Aree esclusivamente industriali.	Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Tabella 1.4.3 - Valori limite associati alle classi di destinazione d'uso del territorio (Tabelle B, C e D del DPCM 14.11.97).

Periodo	Limiti Emissione [dB(A)]		Limiti assoluti di immissione [dB(A)]		Valori di qualità [dB(A)]	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Classe I	45	35	50	40	47	37
Classe II	50	40	55	45	52	42
Classe III	55	45	60	50	57	47
Classe IV	60	50	65	55	62	52
Classe V	65	55	70	60	67	57
Classe VI	65	65	70	70	70	70

I valori limite di emissione sono riferiti alle sorgenti fisse e alle sorgenti mobili. I valori in

Tabella 1.4.3 (quelli in Tabella B del decreto) si applicano alle specifiche sorgenti fisse in tutte le aree del territorio ad esse circostanti, secondo la rispettiva classificazione in zone. I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità. Per le sorgenti sonore mobili e per i singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, i valori limite di emissione sono regolamentati, nei casi in cui è previsto, dalle norme di omologazione e certificazione delle stesse.

I *valori limite assoluti di immissione* sono riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti presenti in una data area. Tali limiti non si applicano alle immissioni sonore prodotte dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza stabilite dai relativi decreti attuativi. All'esterno di queste fasce, però, tali sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione. Entro le fasce di pertinenza, le singole sorgenti sonore diverse dalle infrastrutture dei trasporti, devono rispettare i valori limite di emissione mentre, nel loro insieme, tali sorgenti devono rispettare i limiti assoluti di immissione secondo la classificazione che a quella fascia viene assegnata. Si capisce, quindi, che la classificazione acustica dovrà riguardare anche quelle aree a ridosso delle infrastrutture dei trasporti che, in più, apparterranno ad una determinata fascia di pertinenza. In queste aree varrà, dunque, un doppio regime di limiti, uno per le infrastrutture ed uno per le altre sorgenti di rumore.

I *valori di qualità* sono i valori di rumore da conseguire nel breve, medio e lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge quadro, una volta effettuata la zonizzazione acustica.

In Tabella 1.4.3 non sono indicati i *valori di attenzione* in quanto il decreto li definisce a partire da quelli assoluti di immissione. I valori di attenzione sono espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo lungo termine (T_L) ovvero su un periodo sufficientemente ampio, comprendente più giorni, all'interno del quale si vuole avere la caratterizzazione del territorio dal punto di vista della rumorosità ambientale. La durata di questo intervallo di tempo è quindi correlata alla variazione dei fattori che influenzano la rumorosità di un'area nel lungo periodo.

I valori di attenzione possono essere:

- riferiti ad un'ora → sono uguali ai valori limite assoluti d'immissione aumentati di 10 dB(A) per il periodo diurno e 5 dB(A) per il periodo notturno;
- riferiti al tempo di riferimento (notturno o diurno) → sono uguali ai valori limite assoluti d'immissione.

L'importanza dei valori di attenzione è legata al fatto che è sufficiente il superamento di uno dei due valori sopra definiti (quello relativo ad un'ora o quello relativo al tempo a lungo termine) per fare scattare l'adozione dei *piani di risanamento*. Nelle aree esclusivamente industriali i piani di risanamento devono essere adottati solo in caso di superamento dei valori di attenzione relativi ai tempi di riferimento. Infine, i valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali. Infatti, per questo tipo di infrastrutture, i

piani di risanamento scattano se si ha il superamento dei limiti assegnati alle rispettive fasce di rispetto.

Il **DPCM 14.11.97** stabilisce, poi, i valori e le modalità di applicazione del *criterio differenziale*, già introdotto dal vecchio DPCM 1.3.91 e ripreso, con qualche modifica, dalla legge quadro. I *valori limite di immissione differenziali*, da valutare all'intero degli ambienti abitativi, sono fissati in 5 dB(A) per il periodo diurno e 3 dB(A) per il periodo notturno. Il criterio differenziale non si applica nelle aree classificate in classe VI, alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture dei trasporti, alle attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali, e ai servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune. In generale, il criterio non si applica se il rumore ambientale, misurato a finestre aperte, è inferiore a 50 dB(A) nel periodo diurno e a 40 dB(A) nel periodo notturno o, se misurato a finestre chiuse, è inferiore a 35 dB(A) nel periodo diurno e 25 dB(A) nel periodo notturno.

In attuazione dell'art.3 della legge 26 ottobre 1995 n°447 è stato emanato il **DM 31 ottobre 1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"**. Secondo l'art.1, questo decreto disciplina:

- a) i criteri di misura del rumore emesso dagli aeromobili nelle attività aeroportuali;
- b) le procedure per l'adozione di misure di riduzione del rumore aeroportuale, per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico e per la definizione delle caratteristiche dei sistemi di monitoraggio;
- c) i criteri di individuazione delle zone di rispetto per le aree e le attività aeroportuali nonché quelli che regolano l'attività urbanistica nelle zone di rispetto;

Nell'intorno aeroportuale vengono definite tre zone e i limiti relativi alla rumorosità delle attività aeroportuali.

Tabella 1.4.4 - Definizione e limiti relativi alla suddivisione in zone dell'intorno aeroportuale.

<i>Tipo di zona</i>	<i>Attività consentite</i>	L_{VAmax} [dB(A)]
A	Non ci sono limitazioni	65
B	Attività agricole, di allevamento, industriali, commerciali e di ufficio previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico.	75
C	Esclusivamente attività funzionalmente connesse con l'uso e i servizi delle infrastrutture aeroportuali	75
Zone esterne	-	60

L'allegato A descrive le modalità per la valutazione del rumore aeroportuale. Per il calcolo del livello del rumore aeroportuale è definita un'espressione in cui si tiene conto del numero dei giorni del periodo di osservazione del fenomeno, che deve essere pari a tre settimane, ciascuna delle quali deve

essere scelta in uno di questi periodi:

1° ottobre – 31 gennaio

1° febbraio – 31 maggio

1° giugno – 30 settembre

La settimana di osservazione all'interno di ogni periodo, deve essere quella a maggior numero di movimenti e la misura del rumore deve essere fatta di continuo nel tempo. Nella misura dovranno essere considerate tutte le operazioni a terra e di sorvolo che si manifestano nell'arco della giornata compreso tra le ore 00:00 e 24:00.

L'allegato B descrive le caratteristiche della strumentazione e le modalità di misura per la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale. I sistemi di misura del rumore aeroportuale sono distinti in:

- a) *assistito*: specifico per misure effettuate con strumentazione mobile; può essere utilizzato un fonometro di classe I in grado di misurare il SEL e rispondente ad una serie di caratteristiche tecniche descritte con dettaglio nell'allegato; l'operatore inizia la registrazione grafica o numerica al verificarsi dell'evento da misurare oppure può ricavare gli eventi a posteriori da una registrazione grafica o numerica continua oppure con un registratore magnetico;
- l'operatore determina l'arco di tempo all'interno del quale, al verificarsi di un sorvolo, viene misurato il SEL; la calibrazione va effettuata prima e dopo ogni misura;
- b) *non assistito*: specifico per misure fisse di monitoraggio; costituito da un analizzatore di livelli con microfono per esterno dotato di un sistema di autotaratura; il sistema deve essere in grado di individuare automaticamente il profilo dei sorvoli, nonché di attribuire ad ognuno il SEL corrispondente; la procedura di rilevamento deve consentire la discriminazione degli eventi sonori prodotti dagli aeromobili civili da quelli di altra origine; il livello sonoro deve essere rilevato mediante catena fonometrica rispondente alle specifiche di precisione della classe I indicate nelle norme tecniche di riferimento; il sistema di misura deve essere in grado di determinare: il livello dell'evento sonoro, l'intervallo di tempo in cui è stata superata la soglia prefissata, il tempo in cui si verifica, la rappresentazione grafica del LAF; la stabilità della catena fonometrica deve essere verificata almeno ogni 24 ore con una sorgente sonora di livello noto e, ogni volta che è stato eseguito un intervento tecnico sulla catena stessa, con una sorgente campione conforme alla classe I.

Per entrambi i sistemi di misura il microfono va posizionato “*in modo che la linea di vista tra il microfono e tutte le possibili rotte di sorvolo, non sia interrotta da alcun ostacolo solido*”. Il microfono va inoltre posizionato su una superficie solida, riflettente dal punto di vista acustico, ad un'altezza minima di 3m dal piano di campagna nel caso di superfici libere o del piano di appoggio altrimenti. Nel rapporto di misura si devono specificare le condizioni meteorologiche presenti durante i rilievi, i valori

misurati di temperatura, pressione, umidità e velocità del vento.

Ulteriori disposizioni tecniche di dettaglio relative alla strumentazione e alle modalità di valutazione del rumore aeroportuale sono contenute in altri due decreti emanati ai sensi dell'art. 3 della Legge n. 447/95 e del DM 31.10.97. Il primo è il **DM 20 maggio 1999**, che stabilisce con ampio dettaglio i criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché i criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico. Il secondo è il **DM 3 dicembre 1999**, che fissa i criteri per l'organizzazione e lo svolgimento delle procedure antirumore e per la delimitazione delle zone di rispetto negli aeroporti.

L'art. 11 della **legge 26 ottobre 1995 n°447** stabilisce che *"...entro un anno dalla data di entrata in vigore della legge quadro... sono emanati regolamenti di esecuzione, distinti per sorgente sonora relativamente alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico veicolare, ferroviario, marittimo e aereo..."*. Quello riguardante il rumore aeroportuale è il **DPR 11 dicembre 1997 n°496 "Regolamento recante la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili"**. Questo decreto determina le modalità per il contenimento e l'abbattimento del rumore prodotto dagli aeromobili civili nelle attività aeroportuali. Secondo l'art.2, se il monitoraggio rileva la violazione delle procedure antirumore, il direttore della circoscrizione aeroportuale contesta la violazione all'esercente dell'aeromobile.

L'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente è incaricata a compiere ispezioni periodiche per verificare se i sistemi di monitoraggio sono efficienti e invia al Ministero dell'Ambiente una relazione riguardante il controllo effettuato e le infrazioni rilevate.

Nell'art. 3, troviamo le linee guida per le attività di abbattimento e contenimento del rumore:

- a) la società e gli enti gestori degli aeroporti presentano al Comune interessato il piano di abbattimento e contenimento del rumore prodotto dall'attività aeroportuale; agli enti gestori competono gli oneri derivanti dalle attività prima citate;
- b) i comuni recepiscono questi piani ed i loro contenuti nei propri piani di risanamento;
- c) il Ministero dell'Ambiente controlla il rispetto dell'attuazione dei piani.

Ai sensi dell'art. 4, gli aeromobili in esercizio devono essere sottoposti ai controlli dell'Ente nazionale per l'aviazione civile, almeno ogni due anni. La documentazione relativa, inoltre, deve essere disponibile per eventuali controlli che le Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente e l'Ente nazionale per l'aviazione civile potrebbero svolgere.

Per quanto riguarda le limitazioni al traffico aereo, secondo l'art.5, sono vietati i movimenti su tutti gli aeroporti civili dalle 23.00 alle 06.00 esclusi quelli di Roma-Fiumicino e Milano-Malpensa e i voli postali (in questa fascia oraria, però, l'aeroporto deve essere agibile per eventuali voli di Stato, sanitari e di emergenza).

Sempre ai sensi dell'art.11 della legge n°447/95, per quanto riguarda il rumore da traffico ferroviario è stato emanato il **DPR 18 novembre 1998 "Regolamento recante norme di esecuzione**

dell'art.11 della legge 26 ottobre 1995 n°447 in materia di inquinamento acustico dovuto a traffico ferroviario". Questo decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle ferrovie e delle linee metropolitane di superficie con esclusione delle tramvie e delle funicolari. Le disposizioni del decreto si applicano sia alle nuove infrastrutture che alle infrastrutture esistenti, alle loro varianti e alle nuove infrastrutture affiancate a quelle preesistenti.

Per ogni tipo di infrastruttura vengono definite delle fasce di pertinenza a partire dalla mezzeria dei binari esterni e per ciascun lato sono fissate fasce territoriali di pertinenza.

Per quanto riguarda le infrastrutture già esistenti o per quelle di nuova realizzazione con velocità non superiore ai *200 km/h* sono stabilite le seguenti fasce territoriali di pertinenza:

- **fascia A:** più vicina all'infrastruttura, della larghezza di *100 m* ha limiti di *70 dB(A)* durante il periodo diurno e di *60 dB(A)* durante quello notturno (art. 5 comma 1 lett. b);
- **fascia B:** più distante dall'infrastruttura, della larghezza di *150 m* a partire dalla fascia A, ha limiti di *65 dB(A)* durante il periodo diurno e di *55 dB(A)* durante quello notturno (art. 5 comma 1 lett. c). Se nelle vicinanze ci sono ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura) i limiti saranno *50 dB(A)* nel periodo notturno e *40 dB(A)* per quello diurno (art. 5 comma 1 lett. a).

Per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità superiore a *200 km/h* la fascia di pertinenza è di *250 m* dalla mezzeria del binario più esterno (art. 3 comma 1 lett. b) e i limiti saranno *50 dB(A)* diurni e *40 dB(A)* notturni per i ricettori sensibili e *65 dB(A)* diurni e *55 dB(A)* notturni per gli altri (art. 4 comma 3).

Il decreto impone delle forme di salvaguardia sia in fase di progettazione di nuove opere che in fase di risanamento di situazioni esistenti. Per queste ultime, qualora i valori limite di cui sopra e, al di fuori delle fasce di pertinenza, i valori limite imposti dalla classificazione acustica, non siano "tecnicamente conseguibili", ovvero se, in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, dovrà essere assicurato almeno il rispetto dei seguenti limiti, da misurare all'interno degli ambienti a finestre chiuse: *35 dB(A)* notturni per ospedali, case di cura e di riposo; *40 dB(A)* notturni per tutti gli altri recettori; *45 dB(A)* diurni per le scuole. Nel caso di infrastrutture di nuova realizzazione i limiti hanno validità immediata e, per conseguire già in fase di progetto il contenimento delle emissioni rumorose, vengono forniti dal decreto alcuni strumenti sia tecnici che procedurali (creazione di corridoi e opere di mitigazione; impiego di materiale trainante e trainato con determinate caratteristiche di rumorosità).

Per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto maggiore di *200 km/h*, chi propone l'opera deve individuare corridoi che tutelino nel migliore dei modi i singoli ricettori all'interno di un corridoio di *250 m* per lato, misurati dalla mezzeria del binario esterno (la larghezza del corridoio può arrivare anche a *500 m* nel caso siano presenti scuole, ospedali o case di cura).

I vari limiti imposti dal decreto per le infrastrutture esistenti e, al di fuori delle fasce di

pertinenza, i valori limite imposti dalla classificazione acustica, devono essere conseguiti mediante l'attività pluriennale di risanamento che, in via prioritaria, dovrà essere attuata all'interno dell'intera fascia di pertinenza contenente scuole, ospedali, case di cura e, all'interno della fascia A, per tutti gli altri recettori. Le modalità per attuare il risanamento sono indicate nel DM 29.11.00, illustrato nel seguito. All'esterno della fascia A, le rimanenti attività di risanamento saranno armonizzate con i piani di risanamento comunali.

Il **29 novembre 2000** è stato emanato l'importante **Decreto del Ministero dell'Ambiente** recante i **“criteri per la predisposizione, da parte degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”**. Questo decreto stabilisce precise scadenze temporali e fondamentali criteri tecnici per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore prodotto nell'esercizio delle infrastrutture dei trasporti.

Secondo l'art.2, le società e gli enti gestori dei servizi pubblici hanno l'obbligo di:

- ✓ individuare le aree all'interno delle quali si ha il superamento dei limiti di immissione previsti;
- ✓ determinare il contributo delle infrastrutture al superamento di tali limiti;
- ✓ presentare al comune il piano di contenimento del rumore.

I compiti sopra elencati devono essere svolti secondo le modalità e i termini seguenti:

- 1) per le infrastrutture di tipo lineare di interesse regionale e locale; per infrastrutture lineari di interesse nazionale o di più regioni:
 - a) entro diciotto mesi dall'entrata in vigore del presente decreto la società o l'ente gestore ha il compito di individuare le aree in cui è stato rilevato il superamento dei limiti e trasmettere i dati ai comuni o all'autorità competente;
 - b) entro i successivi diciotto mesi la società o l'ente gestore presenta ai comuni interessati ed alla regione competente il piano di contenimento e abbattimento del rumore;
 - c) gli obiettivi di risanamento previsti dal piano suddetto devono essere conseguiti entro quindici anni dalla data di espressione della regione o dalla data di presentazione del piano.
- 2) per gli aeroporti:
 - a) entro diciotto mesi dall'individuazione dei confini delle aree di rispetto, il gestore individua le aree dove è stato stimato o rilevato il superamento dei limiti previsti e trasmette i dati relativi ai comuni e alla regione;
 - b) entro i successivi diciotto mesi, nel caso di superamento dei valori limite, l'esercente presenta ai comuni interessati ed alle regioni il piano di contenimento ed abbattimento del rumore;
 - c) gli obiettivi di risanamento previsti dal piano devono essere conseguiti entro 5 anni dalla data di espressione della regione o dalla data di presentazione del piano.
- 3) per le altre infrastrutture valgono le scadenze previste per il punto 2.

L'ordine di priorità degli interventi di risanamento è stabilito dal valore numerico di un indice di priorità P, la cui definizione e procedura di calcolo è indicata nell'Allegato 1 del decreto. Per le

infrastrutture di interesse nazionale o di più regioni è prevista la possibilità di stabilire ordini di priorità anche a livello regionale.

Secondo il decreto, gli obiettivi fondamentali del piano di risanamento sono il rispetto dei valori limite stabiliti dal **DPCM 14 novembre 1997** e, nel caso di una zona caratterizzata dalla sovrapposizione di più fasce di pertinenza, il rispetto del maggiore fra i limiti previsti per le singole infrastrutture coinvolte.

Gli interventi di risanamento devono essere svolti secondo la seguente scala di priorità:

- 1) direttamente sulla sorgente rumorosa;
- 2) lungo la via di propagazione;
- 3) direttamente sul ricettore (nel caso non sia tecnicamente possibile conseguire il raggiungimento dei valori limite mediante i punti precedenti).

La normativa italiana qui passata in rassegna copre alcuni dei campi più importanti ai fini del controllo, della prevenzione e della riduzione dell'inquinamento acustico. Non sono stati, però, esaminati numerosi altri aspetti come la disciplina delle emissioni sonore all'interno degli ambienti di pubblico spettacolo o di intrattenimento danzante o all'interno degli ambienti di lavoro sia esterni che interni. Questi aspetti attengono, in modo più specifico, alla tutela della salute degli utilizzatori o dei lavoratori presenti in tali ambienti e come tali non riguardano strettamente la tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico.

1.4 Analisi dei riferimenti tecnici

La legislazione in materia di acustica ambientale presenta un quadro molto articolato, che individua molti descrittori utilizzati, limiti differenziati per sorgente e per contesto urbano circostante, periodi temporali presi a riferimento, metodiche di misura, ...

Sono stati analizzati i seguenti riferimenti normativi:

- la Direttiva Europea 2002/49/CE;
- la Proposta di Direttiva Europea 2000/0194 (COD) e la Posizione Comune (CE) N. 25/2001 definita dal Consiglio il 7 giugno 2001;
- la normativa nazionale, e pertanto la legge quadro (**legge n. 447 del 26/10/1995** ed i decreti attuativi, in particolare il **D.P.C.M.14/11/1997** che fissa i limiti ed altri parametri di riferimento, il **D.P.R. 18/11/1998 n. 459** sul rumore emesso dalle infrastrutture di trasporto ferroviario, il **Decreto 31 ottobre 1997** “Metodologia di misura del rumore aeroportuale”, il **Decreto 20 maggio 1999** “Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico”, il **Decreto 3 dicembre 1999** “Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti”, il **Decreto 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”);

Sono stati inoltre presi in esame i principali riferimenti tecnici:

- gli allegati I e II della Posizione Comune (CE) n. 25/2001 definita dal Consiglio il 7 giugno 2001;
- il D.M. 16/3/1998: tecniche di rilevamento e di misura dell'inquinamento acustico; la stessa legge quadro prevede, inoltre, l'emanazione di specifici decreti per la definizione dei limiti e l'individuazione delle modalità di misura relativamente alle diverse sorgenti sonore. Con riferimento alle infrastrutture dei trasporti sono stati emanati i decreti relativi al rumore aeroportuale e ferroviario, devono, invece, essere ancora adottati quelli relativi al rumore stradale e portuale.
- le Linee Guida tecniche del CTN_AGF ed in particolare:
 - o “Linee Guida per la progettazione di reti di monitoraggio e per il disegno di stazioni di rilevamento relativamente all'inquinamento acustico” (AGF-T-LGU-00-02);
 - o “Linee guida per la rilevazione di dati utili per la stesura della relazione biennale sullo stato acustico del comune” (AGF-T-LGU-00-01);
- la norma UNI 9884.

1.5 La situazione in Sicilia

La situazione normativa in Sicilia è ancora in via di definizione. Infatti la legge quadro 447/95 sull'inquinamento acustico e i successivi decreti, assegnano alle Regioni, Province e Comuni le relative competenze per le attività finalizzate al contenimento dell'inquinamento acustico e fissano i valori dei limiti massimi di rumore tollerabili in ambienti di vita.

Dopo l'emanazione della legge quadro sull'inquinamento acustico, l'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana ha diffuso una circolare con la quale invitava i Comuni dell'isola ad applicare le sanzioni amministrative, a procedere alla caratterizzazione acustica del comune e quindi alla sua classificazione in seguito alle linee guida che non sono ancora state emanate.

Allegato alla presente progettazione, in attuazione dell'accordo di Programma stipulato nell'agosto del 2002 tra l'Amministrazione Regionale - Assessorato Regionale Territorio e Ambiente e l'Agenzia Regionale Protezione Ambientale, viene fornito uno schema di linee guida contenente i criteri operativi necessari alle Amministrazioni comunali per potere procedere alla classificazione acustica del territorio.

Il suddetto documento fornisce inoltre indicazioni relative a:

- Procedure di misura per l'indagine qualitativa del rumore ambientale
- Piani comunali di risanamento
- Priorità temporali di intervento di bonifica acustica
- Criteri per la concessione delle deroghe per attività a carattere temporaneo.

Il livello di conoscenza dei dati territoriali in Sicilia, risulta essere modesto e disomogeneo, sia per la mancanza della legge regionale propedeutica alla classificazione acustica, ma anche per una ridotta sensibilità alla problematica ambientale in questione da parte degli Enti locali.

La prima Relazione sullo Stato dell'Ambiente della Sicilia (2002) permette di conoscere i livelli di inquinamento acustico per le due città più popolose (Palermo, Catania).

La tabella che segue riporta le medie annue rilevate a Palermo.

Tabella 1.6.1 – Livello equivalente di pressione sonora: Palermo

Palermo	1999			2000		
	Leq Giornaliero	Leq Diurno	Leq Notturmo	Leq Giornaliero	Leq Diurno	Leq Notturmo
<i>Boccadifalco</i>	56,8	57,6	54,5	56,7	57,5	54,4
<i>Giulio Cesare</i>	72,5	73,6	68,6	73,2	74,3	69,4
<i>Castelnuovo</i>	68,1	69,3	64,1	69	70,1	64,7
<i>Unità d'Italia</i>	66,5	67,8	61,2	65,1	66,4	59,8
<i>Torrelunga</i>	69,1	70,1	65,4	68,5	69,7	64,3
<i>Belgio</i>	69,6	70,7	65,6	69,1	70,2	65,1

Fonte: 3° Relazione sullo Stato dell'Ambiente, AMIA Azienda Speciale Palermo, 1999 – 2000

Dalla tabella si rileva che la media annuale del Leq giornaliero misurato dalle stazioni di

monitoraggio nella città di Palermo è di 67 dB, mentre il Livello equivalente di pressione sonora giornaliero a Catania nel 2001 è stato di 69,5 (dB)¹.

D'altro canto solo pochi comuni (Pace del Mela , Caltanissetta, Messina, Alcamo) hanno provveduto alla zonizzazione (classificazione acustica) del territorio di competenza; altri (Florida, Leni, Nicolosi, Palermo, Scicli, Catania) hanno avviato le procedure.

In mancanza di una classificazione acustica non sono applicabili i limiti di immissione definiti nel D.P.C.M. 14/11/1997 “*Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore*”.

Infatti il DPCM 14/11/1997, in ottemperanza a quanto disposto dalla L. 447/95, determina i valori limite di emissione e di immissione riferiti alle sorgenti fisse e mobili in funzione delle 6 classi di destinazione d'uso del territorio.

Un'altra conseguenza della mancanza di una classificazione acustica del territorio è l'impossibilità di adottare i Piani di Risanamento Acustico. Tale strumento, dovrà essere coordinato con gli strumenti di pianificazione urbanistica comunale ma anche con i regolamenti locali (regolamento di igiene, regolamento edilizio).

2. Analisi ambientale e descrizione delle attività di monitoraggio effettuate in Sicilia

2.1 Gli indicatori utilizzati per descrivere il rumore ambientale

Secondo la definizione data dal CTN_AGF (Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici) “con il termine “indicatore” ci si riferisce ad un parametro, o ad un valore derivato da un parametro, in grado di fornire su un certo fenomeno informazioni che altrimenti sarebbero difficilmente percepibili dall'osservazione dello stesso fenomeno nel suo complesso (OCSE, 1994). Il significato di indicatore si estende oltre le proprietà direttamente associate al valore del parametro misurato; esso fornisce un tipo più immediato e facilmente comprensibile di informazione rispetto a complesse elaborazioni statistiche.

Un indice è costituito da più indicatori aggregati e pesati secondo diverse modalità (OCSE, 1994) a seconda dello scopo che si vuole raggiungere e del tipo di rappresentazione dei risultati adottato. Un indice può derivare da un algoritmo matematico, dalla sovrapposizione di carte tematiche o dall'aggregazione di indicatori relativi ad ambiti diversi. (...) . E' utile evidenziare che l'impiego di indicatori e indici, se effettuato in modo corretto, porta ad una rappresentazione efficace della realtà che si vuole descrivere; tuttavia, non bisogna dimenticare che tali strumenti forniscono comunque una visione parziale della realtà, avendo come caratteristica principale la sintesi delle informazioni.” [AA.VV., RTI CTN-AGF 4/2000].

Esiste una nota rappresentazione delle tipologie di dati e informazioni esistenti: la cosiddetta

¹ Fonte: Comune di Catania - Direzione Tutela Ambientale, 2002

piramide dell'informazione (Figura 2.1.1), alla cui base sono collocati i dati grezzi, ad un livello superiore si trovano i dati elaborati, che possono fornire informazioni di tipo statistico, quindi ad un livello ancora più elevato si trovano gli indicatori, che forniscono in maniera sintetica un buon numero di informazioni; infine all'apice della piramide vi sono gli indici, parametri sintetici caratterizzati da un contenuto informativo ancora superiore.

Gli indicatori vengono generalmente classificati in base al noto schema *Driving Forces – Pressure – State – Impact – Response* o nello schema più sintetico *Pressure – State – Response* (Figura 2.1.2).

Nel documento CTN_AGF vengono individuati alcuni indicatori prioritari, ovvero gli indicatori da popolare immediatamente o nel prossimo futuro; essi sono individuati sulla base dei seguenti criteri:

- rispondenza alla domanda di informazione proveniente dalla normativa;
- disponibilità di dati per il popolamento;

considerando anche:

- utilizzo da parte di organismi internazionali;
- riferimento a tutte le classi dello schema DPSIR;
- rappresentatività della situazione italiana.



Figura 2.1.1 : Piramide dell'informazione (Tratto da RTI CTN-AGF 4/2000)

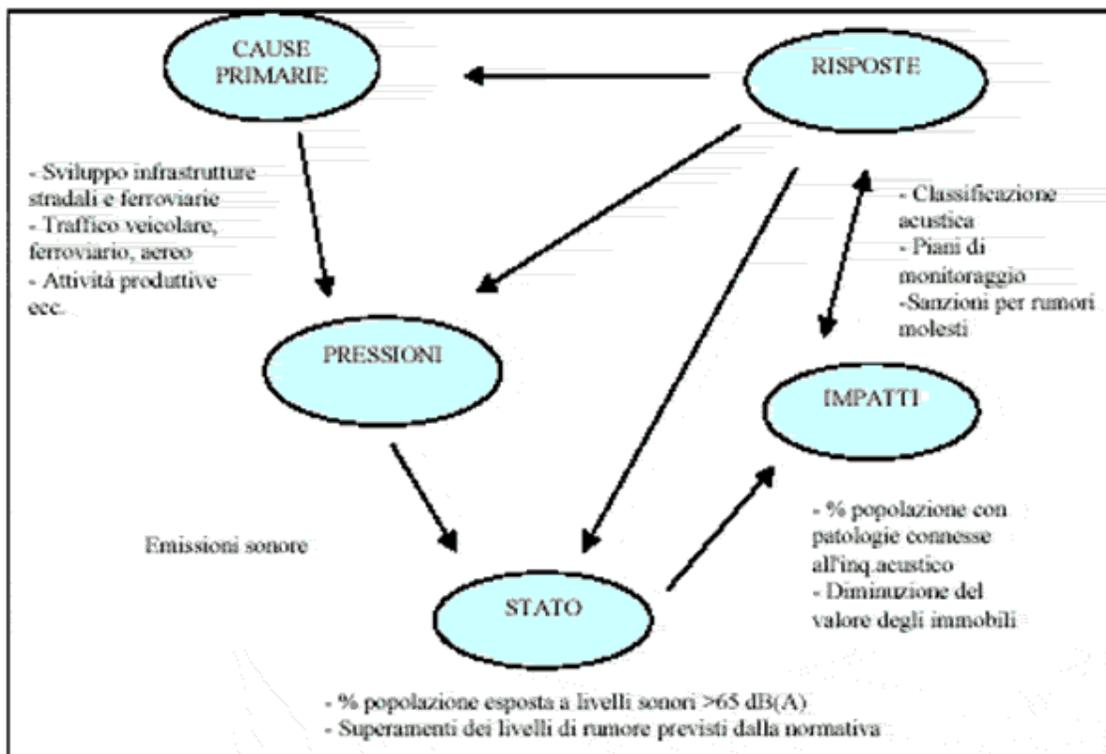


Figura 2.1.2 : Schema del Modello DPSIR applicato agli indicatori del rumore

(Tratto da RTI CTN-AGF 4/2000)

Per quanto concerne in particolare la descrizione dello stato dell'ambiente, gli indicatori individuati sono i seguenti: *Superamento dei limiti della normativa* e *Popolazione esposta all'inquinamento acustico*.

Nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente della Regione Emilia-Romagna '99 [R.E.R., 2000; Callegari, De Donato e Regazzi, 2001] sono stati utilizzati i seguenti indicatori di stato:

- *Percentuale di territorio classificato nelle sei classi di zonizzazione acustica*. Tale indicatore, per i Comuni capoluogo di Provincia, è stato valutato riferendosi sia all'area comunale complessiva, sia alla sola superficie urbanizzata del territorio;
- *Percentuale del territorio urbanizzato caratterizzato da specifici livelli di rumore*;
- *Indice di criticità acustica (ICA)* dei territori urbanizzati; esso evidenzia in quanta parte del territorio assoggettato al limite diurno di 65 dBA si riscontra un superamento del limite stesso;
- *Popolazione esposta a livelli di rumore compresi fra 55 e 65 dBA e superiori a 65 dBA*;
- *Numero di esposti (intesi come petizioni, lamentele e richieste presentate dalla popolazione all'autorità competente), distinti per tipologia di sorgente*;
- *Percentuale di segnalazioni all'autorità competente rispetto al numero di esposti (distinti per tipologia di sorgente)*.

Scopo del monitoraggio ambientale, inteso come campionamento ed analisi dei fattori chimici,

fisici e biologici che caratterizzano lo stato dell'ambiente, dovrebbe essere quello di fornire gli elementi utili al popolamento degli indicatori di stato.

Nel caso specifico del rumore, per rete di monitoraggio si può intendere qualunque sistema organico di raccolta di dati acustici che consenta di descrivere l'andamento temporale del rumore in una certa area, sul medio e lungo periodo, includendo anche il possibile utilizzo di modelli predittivi e di interpolazione per prevedere l'evoluzione del fenomeno o per migliorarne la descrizione spaziale [Poggi, Raffaelli, 2000].

Obiettivo di una rete di monitoraggio è pertanto anche quello di fornire i dati necessari alla determinazione, o quanto meno alla stima, di indicatori quali *Percentuale del territorio urbanizzato caratterizzato da specifici livelli di rumore*, *Superamento dei limiti della normativa*, *Indice di criticità acustica (ICA)*, *Popolazione esposta all'inquinamento acustico*, la cui principale caratteristica deve essere quella di rendere immediatamente confrontabile nel tempo lo stato acustico del territorio in esame. Tutto ciò anche con lo scopo, peraltro espressamente previsto dalla proposta di direttiva europea, di informare i cittadini e di aumentarne il senso di responsabilità in riferimento a questa problematica ambientale, e, conseguentemente, di incrementare il livello di attenzione politica ed amministrativa sul tema specifico [Poggi, Fagotti e al., 2001; Callegari e al., 2001].

2.1.1 Driving Forces: Densità e numero e capacità delle infrastrutture.

Trasporto stradale

L'avvio di una prima rete viaria siciliana può farsi risalire all'età imperiale. Fino alla fine del 1700 il sistema, costituito da trazzere e piste in terra battuta, rimase in condizioni di particolare arretratezza. Solo durante l'ottocento venne affrontata la realizzazione di un più efficiente sistema.

La rete attuale si basa essenzialmente su un collegamento che percorre tutta la costa e che avviene su autostrada nell'itinerario Mazara del Vallo, Trapani, Palermo, Messina, Catania, Siracusa e Gela.

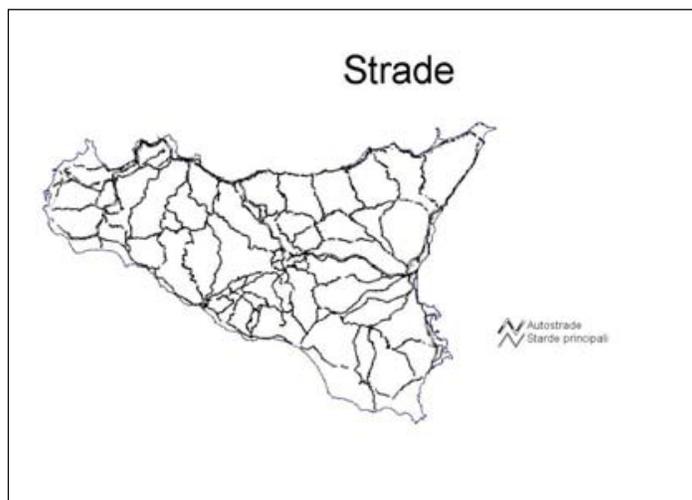
L'itinerario lungo la costa è completato, tra Gela e Trapani, da strade statali.

All'interno, l'autostrada Palermo – Catania connette alla rete anche le città di Caltanissetta ed Enna.

Una rete di strade statali e provinciali connette poi tutti i principali centri dell'entroterra.

Figura 2.1.1.1 – La rete stradale regionale

Fonte: elaborazione su dati delle “Linee Guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale”, Regione Siciliana – Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali - Ufficio Piano Paesistico Regionale, anno 1996



Il totale dell'estensione della rete stradale in Sicilia è superiore a quella delle altre Regioni italiane.

Tabella 2.1.1.1 - Rete stradale suddivisa per tipologia in Sicilia - Anno 1998 (in chilometri)

REGIONI	Autostrade	Strade Statali	Raccordi autostradali	Strade Provinciali	Totale
Sicilia	587	3.869		13.055	17.511
Italia	6.467	46.009	350	112.862	165.688

Fonti: ANAS e Ministero dei Lavori Pubblici

Rispetto alla superficie ed alla popolazione i valori si collocano, invece, al di sotto della media nazionale.

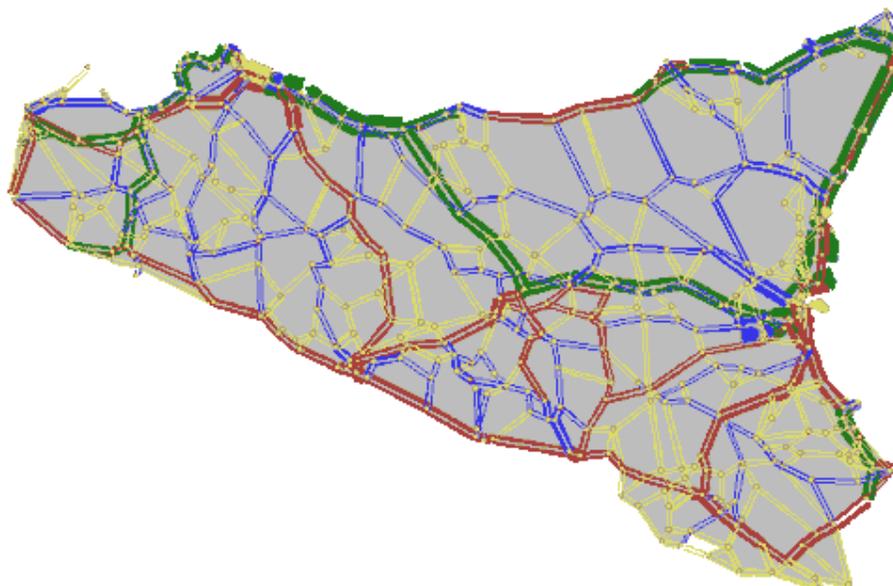
Tabella 2.1.1.2 - Consistenza della rete stradale - Anno 1998

REGIONI	Estensione stradale per 100 kmq di superficie	Veicoli circolanti per km di strada	Estensione stradale per popolazione residente (100.000 abitanti)	Percentuale di km di autostrade sul totale della rete stradale
Sicilia	17,3	625,1	87,4	13,2
Italia	17,5	643,5	91,7	12,2
Unione	8,3		72,3	17,2

Fonte: elaborazione ISTAT su dati ANAS e Ministero dei Lavori Pubblici

Lungo le direttrici di trasporto, i flussi di traffico sono variabili in base all'importanza dei nodi che essi connettono, sia dal punto di vista produttivo che turistico.

Figura 2.1.1.2 - Rappresentazione dei principali flussi della rete stradale siciliana



Fonte: Piano Direttore dei trasporti della Regione Siciliana

Dall'analisi dello stato, risulta che in Sicilia il settore dei trasporti stradali, per quanto sviluppato, è ancora caratterizzato da un insufficiente livello di efficienza, sia rispetto alle infrastrutture attualmente esistenti che rispetto al parco veicoli circolanti.

Nella Regione circola l'8% dei veicoli presenti in Italia, di cui l'82% composto da autovetture, il 7% da motocicli e solo lo 0,2% da autobus.

Tabella 2.1.1.3 - Veicoli circolanti per categoria e Regione- Anno 1999

REGIONI	Autoveicoli					Motoveicoli			Totale	Rimorchi e semirim.
	Autovetture	Autobus	Autocarri	Trattori stradali	Totale	Motocicli	Motocarri	Totale		
Sicilia	2.589.520	6.459	234.682	7.101	2.837.762	244.818	55.062	299.880	3.137.642	39.758
Italia	31.953.247	85.509	3.217.060	106.800	35.362.616	2.967.906	396.759	3.364.665	38.727.281	798.782

Fonte: Automobil Club d'Italia

È evidente, dunque, la rilevanza del trasporto stradale nel sistema di mobilità siciliano.

Sono, tuttavia, ancora numerose le soluzioni di continuità fisiche della rete e, in particolare, nella Palermo–Messina e nella Catania–Siracusa–Gela. Altri aspetti critici sono invece relativi all'accessibilità dei nodi principali e alla ridefinizione, in termini di sicurezza e potenziamento, di importanti arterie statali quali la Palermo-Agrigento e la Caltanissetta–Gela.

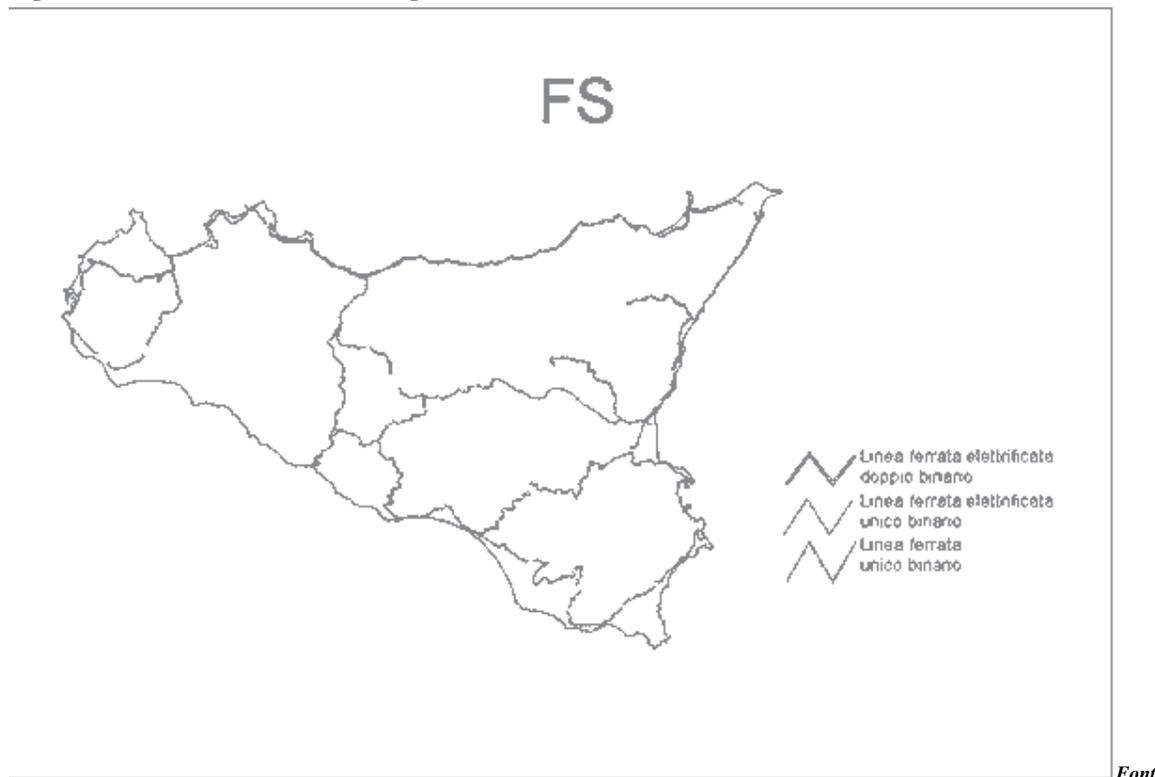
Trasporto ferroviario

Così come la rete stradale, anche la rete ferroviaria, pur se estesa, sconta una generale inefficienza dovuta alla scarsa qualità dei servizi dipendente dalla inadeguatezza dei collegamenti

dovuti alla limitata elettrificazione ed al limitatissimo raddoppio dei binari.

La costruzione della rete ebbe inizio nel 1863 con l'apertura del tronco Palermo–Bagheria e all'inizio del XX secolo erano state completate tutte le linee principali. La rete in esercizio è attualmente composta da 1440 Km, di cui solamente 102 a doppio binario, che rappresentano lo 0,16% della rete nazionale, e 744 km elettrificati, che rappresentano il 52% della rete regionale contro il 64,6% della rete nazionale.

Figura 2.1.1.3 – La rete ferroviaria regionale



Fonte: elaborazione su dati de "Linee Guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale", Regione Siciliana - Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali - Ufficio Piano Paesistico Regionale, anno 1996

Le carenze si rilevano sia nelle linee commerciali (le due dorsali tirrenica e ionica) sia, e soprattutto, nelle linee di interesse regionale.

Tabella 2.1.1.4 – Indicatori delle infrastrutture ferroviarie per Regione - Anno 1997

REGIONE	Estensione rete / superficie (km di rete ogni 1000 ettari)	Estensione rete/popolazione (km di rete ogni 1000 ab.)	Percentuale di rete elettrificata sul totale
Sicilia	0,56	0,29	52,0
Italia	0,53	0,28	64,6

Fonte: elaborazione su dati delle Ferrovie dello Stato

Tabella 2.1.1.4 bis - Rete ferroviaria in esercizio delle Ferrovie dello Stato ed in concessione per trazione e ripartizione geografica - Anno 1997 (in chilometri)

Regioni	Ferrovie dello Stato			Ferrovie in concessione e in gestione governativa (a)		
	Trazione elettrica	Trazione non elettrica	Totale	Trazione elettrica	Trazione non elettrica	Totale
Sicilia	753	695	1.448	n. d.	114	114
Nord-Centro	7.405	2.873	10.278	596	701	1.297
Mezzogiorno	2.953	2.752	5.705	705	1.392	2.097
Italia	10.358	5.625	15.983	1.301	2.093	3.394

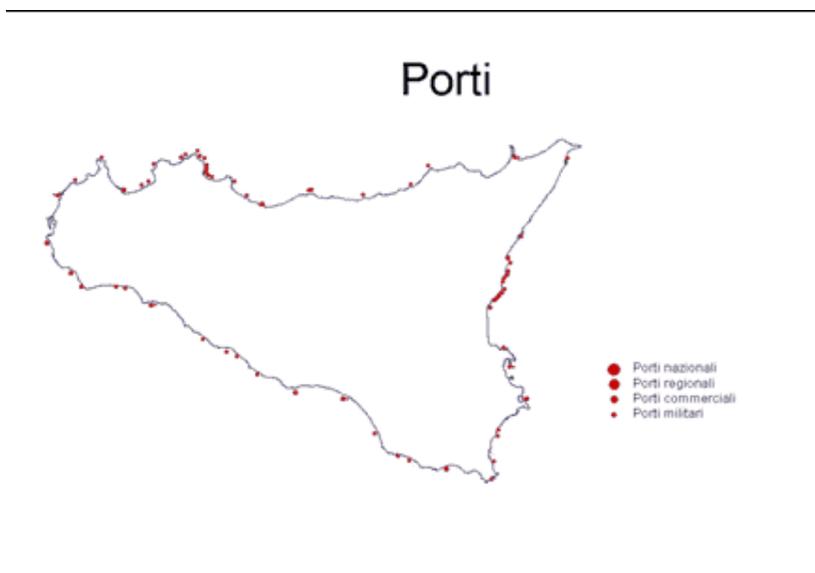
(a) Elaborazione su dati del Ministero dei Trasporti e della Navigazione

Fonte: Servizio Statistica della Regione - Elaborazione su dati ISTAT

Trasporto marittimo

Le infrastrutture portuali regionali rappresentano punti fondamentali dell'intero sistema di trasporto nazionale. Esse consentono il perseguimento della continuità territoriale rispetto all'intera penisola e soprattutto rispetto alle Isole minori.

Figura 2.1.1.4 – il sistema portuale regionale



Fonte: elaborazione su dati de "Linee Guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale", Regione Siciliana - Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali - Ufficio Piano Paesistico Regionale, anno 1996

Le infrastrutture portuali regionali si possono suddividere in:

- *porti di interesse nazionale*, sedi di autorità portuale: Palermo, Messina, Catania e Augusta;
- *porti di interesse regionale*: Porto Empedocle, Trapani, Siracusa, Gela, Pozzallo, Licata, Marsala, Mazara del Vallo;
- *porti che garantiscono l'accessibilità alle Isole minori e porti per il diportismo nautico*;
- *porti militari e per la sicurezza*: Trapani, Sciacca.

Le infrastrutture portuali regionali, in rapporto alle esigenze di traffico attuali, presentano notevoli carenze nei servizi offerti, ai collegamenti con l'entroterra e ai collegamenti con le infrastrutture logistiche.

Tabella 2.1.1.5 - Caratteristiche delle infrastrutture portuali nei principali porti siciliani - Anno 1998

PORTO	Numero accosti	Lunghezza complessiva accosti (in m)	Numero di binari ferroviari	Superfici dei piazzali per le merci (in mq)	Capacità di magazzini e silos (in mc)
Augusta	44	7.651	-	250.000	-
Catania	17	3.462	4	615.000	52.000
Gela	13	2.782	-	-	-
Messina	10	1.719	5	75.500	10.000
Milazzo	9	3.268	-	30.000	-
Palermo	15	3.455	5	109.400	54.747

Fonte: Ministero dei Trasporti e della Navigazione. Dati al 31.12.1997

- *Trasporto aereo*

Sono 5 gli scali operativi nella Regione:

1. Palermo Punta Raisi, il maggiore per capacità e operatività delle piste;
2. Catania Fontanarossa;
3. Trapani Birgi, attualmente sovradimensionato per cui ad alto potenziale;
4. Pantelleria, a traffico prevalentemente locale e stagionale;
5. Lampedusa, a traffico prevalentemente stagionale.

Gli aeroporti di Catania e Palermo hanno rispettivamente un'estensione di 450 e di 300 ettari ed un'area parcheggio di 145 mila e 93.3 mila mq.

Nell'anno 2000 il traffico commerciale rilevato in Italia è stato pari a 91.454.127 passeggeri e 748.821 tonnellate di merci; la Sicilia, a dispetto della sua marginalità in quanto regione insulare, con i

suoi 7.371.741 passeggeri e 18.647 tonnellate di merci rappresenta solamente l'8% ed il 2,4% rispettivamente del totale nazionale. Ciò significa che la Regione, nonostante la sua posizione strategica baricentrica nel Mediterraneo, non viene considerata come dovrebbe nelle rotte sia delle compagnie di bandiera nazionali che di quelle estere.

Tabella 2.1.1.6 - Aerei arrivati, passeggeri sbarcati ed imbarcati, posta scaricata e caricata, merci scaricate e caricate nel complesso negli aeroporti siciliani - Anno 2000 (dati provvisori)

SCALI	Aerei arrivati	Passeggeri		Posta (quintali)		Merci (a) (quintali)	
		Sbarcati	Imbarcati	Scaricata	Caricata	Scaricata	Caricata
Trapani-Birgi	434	11.484	11.323	11	n. d.	33	n. d.
Pantelleria	146	12.149	10.158	n. d.	n. d.	6	n. d.
Palermo-Punta Raisi	18.431	1.426.285	1.317.505	16.143	8.398	15.903	16.707
Lampedusa	395	35.672	28.609	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Catania-Fontanarossa	23.460	1.973.971	1.992.095	25.623	13.510	51.398	26.027

(a) compresi i giornali

Fonte: Servizio Statistica della Regione - Elaborazione su dati ISTAT - Annuario Statistico Italiano 2001

Attualmente, in base alla crescita dei traffici aerei degli ultimi cinque anni (stimata intorno all'8%), il livello di congestione è tale da far emergere la necessità di potenziare la capacità di trasporto degli scali aerei regionali: infatti, il continuo aumento del traffico ha determinato la congestione degli scali di Palermo e Catania e posto in evidenza l'inadeguatezza anche degli scali minori.

Trasporto merci passeggeri

L'analisi del trasporto di passeggeri e di merci fornisce interessanti informazioni relativamente alla strutturazione del sistema di trasporto regionale in rapporto alle dinamiche produttive, sociali, turistiche; ma non sempre tali rapporti sono regolati da processi locali. L'estensione dei processi economici ad una dimensione ormai globalizzata comporta infatti ripercussioni sui sistemi locali, spesso di non immediata o facile lettura.

L'andamento complessivo del mercato dei passeggeri a media e lunga percorrenza e le forti interrelazioni emerse fra le diverse modalità di trasporto testimoniano della presenza di una domanda di mobilità che in questo segmento di mercato registra una particolare vivacità.

La domanda di mobilità delle persone è, infatti, aumentata, in misura anche maggiore di quella delle merci a causa della crescita della popolazione, del numero degli spostamenti sistematici per motivi di studio o di lavoro, della generalizzata dispersione sul territorio degli insediamenti residenziali e produttivi, e degli spostamenti non-sistematici dovuti allo sviluppo di nuovi bisogni culturali e sociali legati all'uso del tempo libero (turismo, sport, intrattenimenti, ecc.).

Inoltre, l'abbattimento generale dei costi della mobilità grazie al progresso tecnologico e l'aumento generalizzato del reddito pro-capite hanno contribuito ad accrescere il livello della mobilità fra le diverse aree geografiche.

Questa domanda aggiuntiva si è rivolta, però, quasi esclusivamente verso la modalità su strada con mezzi di trasporto privati a causa della crescente diffusione dell'automobile e del sistema socio-

culturale esploso nell'ultimo dopoguerra: infatti, in Sicilia si rileva una prevalenza del trasporto privato che è pari al 67,7%, rispetto al trasporto pubblico, pari al 32,3%. Per quest'ultimo, il 6,5% effettuato col sistema ferroviario² e il 25,8% su gomma³.

² Il dato relativo al trasporto su ferro è tuttavia rilevante se si considera che l'offerta prodotta è di circa il 26% della totale offerta del Trasporto Pubblico Locale.

³ Dati ISTAT

Tabella 2.1.1.7 - Distribuzione per provincia dei mezzi di esercizio (urbani e extraurbani)

PROVINCIA	N. AUTOBUS	POPOLAZIONE	AUTOBUS/ABITANTE (%)
Agrigento	291	441669	6,59
Caltanissetta	69	272402	2,53
Catania	453	1040547	4,35
Enna	130	177291	7,33
Messina	386	641753	6,01
Palermo	1478	1198644	12,33
Ragusa	20	292000	0,68
Siracusa	13	391515	0,33
Trapani	146	410381	3,56
Totale	2986	4866202	6,14

Fonte: Dipartimento Regionale trasporti e comunicazioni, 2000

Come si vede dai precedenti grafici e tabelle, la distribuzione del numero di mezzi di trasporto rispetto alla popolazione interessata non è direttamente dipendente dalle dimensioni demografiche. Se ne deduce che l'organizzazione del servizio di trasporto dipende probabilmente anche da altri fattori, quali superficie territoriale da coprire, presenze di centri urbani rilevanti, sviluppo socioeconomico dell'area.

Malgrado le necessità legate all'inquinamento ambientale, inoltre, sono ancora pochi i mezzi a basso impatto ambientale in uso presso le aziende di trasporto pubblico.

Per quanto riguarda il trasporto marittimo in navigazione di cabotaggio, nel 1999 il maggior numero di navi arrivate è stato registrato nel porto di Messina per l'intensa attività di traghettamento (10.509 migliaia di unità di passeggeri in transito).

Tabella 2.1.1.8 - Navi arrivate, tonnellate di stazza netta (TSN), passeggeri trasportati in navigazione di cabotaggio nei principali porti siciliani di imbarco e sbarco - Anno 1999 (in migliaia)

PORTI	Navi		Passeggeri		
	Arrivi	TSN	Sbarchi	Imbarchi	Totale
Milazzo	10.066	4.567	602	605	1.207
Messina	88.366	68.830	5.249	5.260	10.509
Lipari	12.776	4.828	664	664	1.329
Vulcano Porto	2.632	2.202	245	245	490
Catania	416	1.413	5	9	14
Santa Panagia	265	1.758	n.d.	n.d.	n.d.
Augusta	1.443	3.583	n.d.	n.d.	n.d.
Gela	667	1.971	n.d.	n.d.	n.d.
Trapani	7.939	2.703	582	583	1.165
Pantelleria	785	598	122	121	243
Favignana	6.124	901	337	337	673
Palermo	1.896	15.065	554	612	1.165
Termini Imerese	219	949	2	1	4

Fonte: Servizio Statistica della Regione - Elaborazione su dati ISTAT - Navigazione marittima per operazioni di commercio (R)

L'andamento mensile del movimento dei passeggeri è a carattere stagionale, con picchi durante i

mesi estivi (giugno, luglio, agosto e settembre); risulta quindi evidente l'influenza che la mobilità per scopi turistici ha sul trasporto marittimo..

L'aeroporto di Catania ha il maggior volume di traffico in Sicilia, mentre l'aeroporto di Palermo è il primo nell'isola in termini di traffico internazionale.

Di seguito viene riportata una lettura sintetica della situazione del traffico commerciale negli aeroporti siciliani ripartito per movimenti degli aeromobili, passeggeri, transiti e merci.

Tabella 2.1.1.9 - Trasporto aereo commerciale – Servizi di Linea e non di Linea Traffico Internazionale e Nazionale (arrivi + partenze) – Anno 2000

AEROPORTO	MOVIMENTI (n.)	PASSEGGERI (n.)	TRANSITI PAX (n.)	CARGO (n.)
CATANIA Fontanarossa	45.478	3.957.561	10.654	12.271
LAMPEDUSA	2.376	120.471		95
PALERMO Falc. – Borsel.	42.133	3.200.858	25.467	6.216
PANTELLERIA	2.324	64.539	3.237	65
TRAPANI Birgi	1.715	28.312	6.037	
TOTALE REGIONALE	94.026	7.371.741	45.395	18.647

Fonte: ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile)

2.2 Ricognizione delle attività dei Dipartimenti Provinciali ARPA

Dall'entrata in vigore del DPCM 1 marzo 1991 ad oggi, a causa della carenza di personale e di strumentazione, la maggior parte delle indagini acustiche sono state effettuate in seguito ad esposti dei cittadini.

Questo modo di procedere ha determinato l'assenza di una pianificazione delle indagini atte a valutare i livelli di inquinamento acustico a livello spaziale. Inoltre per le stesse ragioni è stata trascurata anche la dimensione temporale sul lungo periodo, se si esclude il caso di alcune realtà di reti di monitoraggio del rumore con stazioni fisse (per esempio rete dell'AMIA sul comune di Palermo).

In Sicilia attualmente non esistono reti di monitoraggio del rumore strutturate a scala regionale; come già detto sono presenti una rete di monitoraggio del rumore da traffico nella città di Palermo e Catania (RSA, 2002).

Dalla ricognizione effettuata dall'ARPA Sicilia in occasione della presente progettazione, risultano altre due reti di monitoraggio del rumore presenti a Siracusa e Messina.

L'architettura delle quattro reti di rilevamento del rumore suddette verrà descritta nel successivo paragrafo.

Inoltre due studi di valutazione dei livelli di inquinamento acustico sono stati effettuati sui due aeroporti regionali di Palermo (Falcone-Borsellino) e Catania (Fontanarossa) dalle commissioni di

cui all' art. 5 comma 1 del D.M. 31 ottobre 1997, le quali hanno provveduto, tenuto conto del piano regolatore aeroportuale, degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti e delle procedure antirumore adottate, alla caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale.

Attualmente i due aeroporti hanno definito la progettazione dei sistemi di monitoraggio, ed hanno attivato le procedure per l'acquisizione degli stessi, finanziati con fondi del Ministero dell'Ambiente, erogati direttamente alla società di gestione dell'aeroporto che curerà il funzionamento del sistema di cui il Ministero rimane proprietario.

Altre campagne di misura finanziate dal Ministero dell'Ambiente tra il 1999 ed il 2002 sono state effettuate all'interno di centri urbano es. Siracusa 15 febbraio – 20 maggio 2001.

Dotazione di Organico e Strumentazione

Nessun Dap al momento risulta essere dotato di strumentazione per il monitoraggio in continuo e di software previsionali.

E' di seguito indicata la dotazione organica dei DAP aggiornata al Novembre 2002.

Tabella 2.2.1 – Dotazione organica, numero di interventi e fonometri in possesso dei Dipartimenti Provinciali per il rilevamento del rumore

DAP	Dotazione Laureati AGF	Dotazione tecnici AGF	Numero di interventi (anno 2002)	Fonometro Conforme DM 16.03.98
AG	0	1	n.d.	1
CL	1 Chimico	0	11	1
CT	2 Fisici	1	93	2
EN	1 Chimico	0	n.d.	1
ME	1 Chimico	2	11	0
PA	2 Fisici	1	213	1
RG	0	2	84	1
SR	1 Farmacista	0	12	1
TP	1 Chimico	1	19	1

Fonte: ARPA Sicilia, 2003

E' da evidenziare che Il personale indicato nella tabella n.2.2.1 opera nelle attività di controllo relative al rumore ma è impiegato anche in altre attività (prevalentemente il controllo dei livelli di campo elettromagnetico) pertanto dai numeri risulta evidente la mancanza di un numero adeguato di unità lavorative che possa garantire una risposta celere e completa alle richieste di controlli.

2.3 Ricognizione reti di monitoraggio rumore

Tabella 2.3.1 – Reti di monitoraggio del rumore esistenti in ambiente urbano

	N° postazioni	Strumenti hardware	Strumenti software per mappatura
Palermo	16	3 PC	-
Catania	8	1 Server + 2 PC	-
Siracusa	5	1 PC (Pentium IV)	-
Messina	8	n.d.	Spectra

La tabella mostra la consistenza delle reti di monitoraggio del rumore attualmente esistenti sul territorio siciliano, in particolare : il numero di centraline, gli strumenti hardware di gestione dati e i modelli previsionali.

Nel nostro caso specifico, si possono ipotizzare due soluzioni progettuali derivanti dalla variabile riferita alla acquisizione o meno delle reti esistenti da parte di Arpa Sicilia.

La prima terrà in conto le reti di monitoraggio esistenti e si integrerà con queste. Per questo si rimanda a successive convenzioni con gli enti gestori delle reti esistenti di monitoraggio dell'inquinamento acustico.

Queste convenzioni avranno lo scopo di definire il passaggio delle reti esistenti all'ARPA Sicilia o l'attribuzione della gestione delle reti.

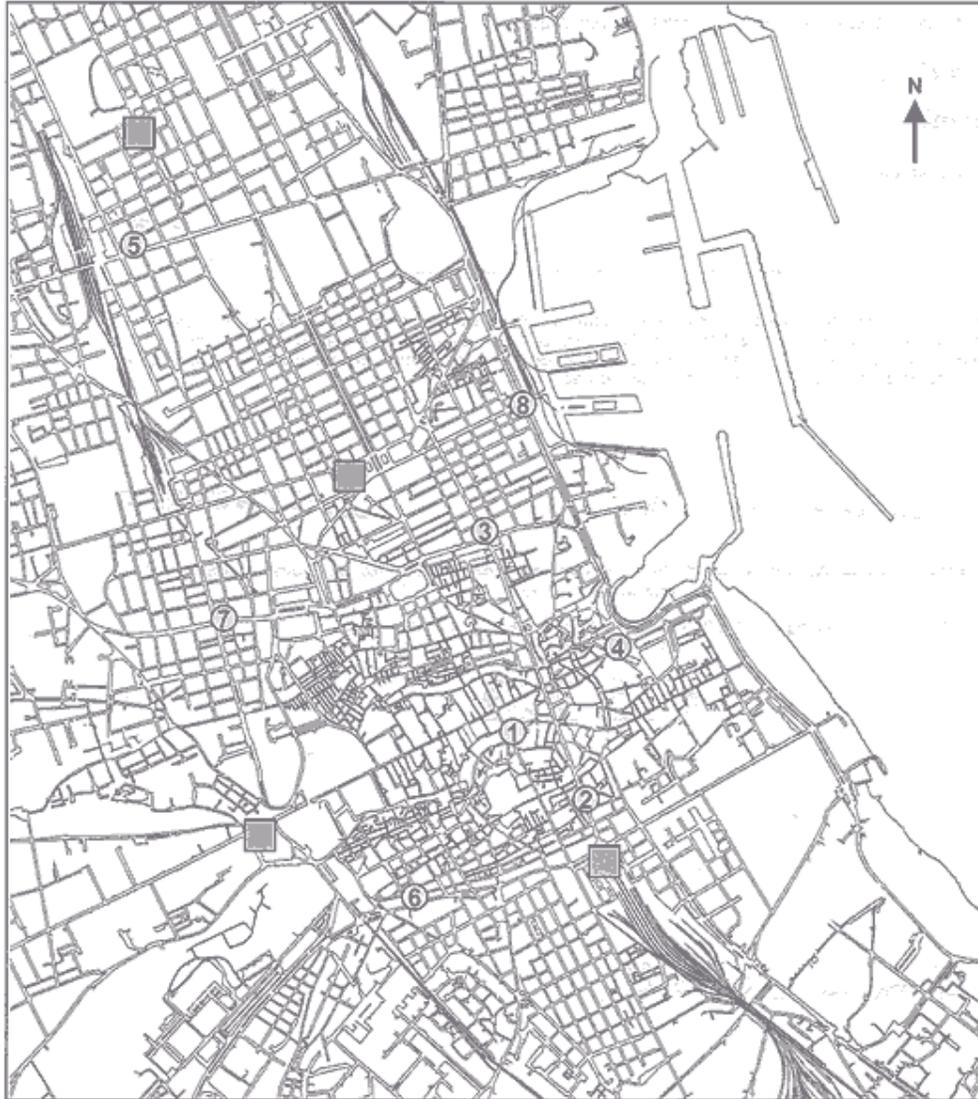
La seconda ipotesi è quella di adottare una soluzione di comodo, considerando solo la comunicazione dei dati rilevati dalla rete, validati secondo procedure standardizzate. In quest'ultimo caso però l'ARPA Sicilia non potrà scegliere dove ubicare le postazioni per particolari caratterizzazioni dell'inquinamento acustico in ambito urbano.

Nelle parti successive del presente paragrafo si rappresentano le informazioni concernenti la struttura delle reti fornite dagli Enti gestori.

A) Rete di rilevamento dell'AMIA – Comune di Palermo



RETE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA UBICAZIONE CABINE

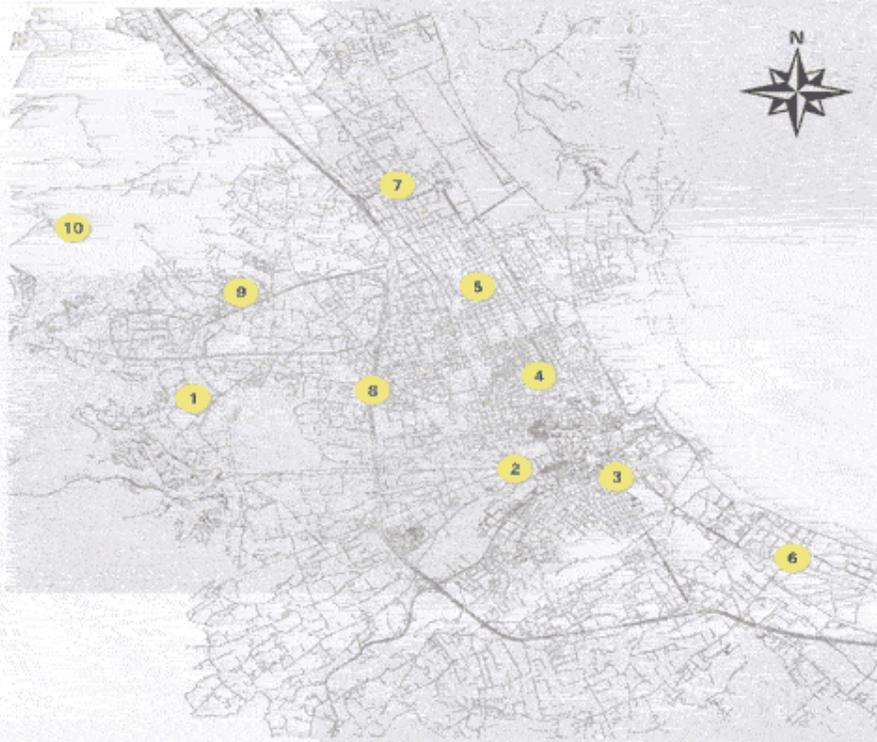


■ Stazioni di monitoraggio rete fissa (esistenti)

○ Stazioni di monitoraggio nuove

1. Via Maqueda-Piazza Bellini
2. Via Roma-P.ta Messinese
3. Via Roma-Via Cavour
4. C.so V.Emanuele-Via Chiavettieri
5. Via Notarbartolo-Via Morello
6. Corso Tukory-via Cadorna
7. C.so F. Aprile-Via Imera
8. Via Crispi-Via Stabile

La rete di monitoraggio della città di Palermo



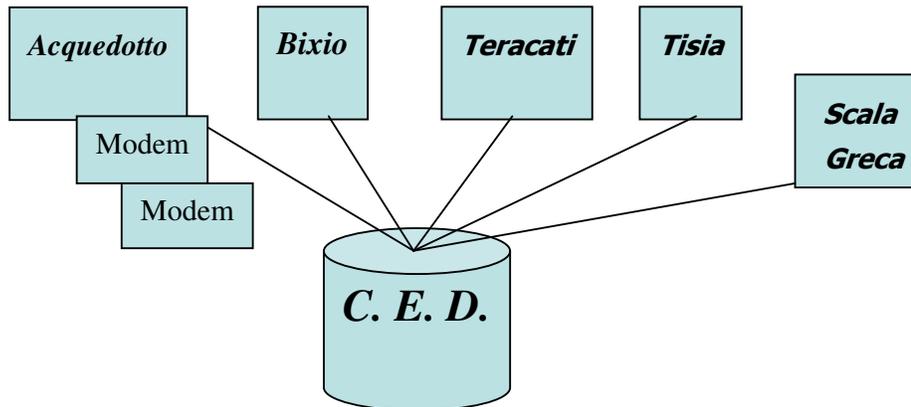
- 1 - Boccadifalco
- 2 - Indipendenza
- 3 - Giulio Cesare
- 4 - Castelnuovo
- 5 - Unità d'Italia
- 6 - Torrelunga
- 7 - Belgio
- 8 - Di Biasi
- 9 - CEP
- 10 - Bellolampo

Dipartimento impianti

B) Rete di Rilevamento del rumore nel Comune di Siracusa

La rete di rilevamento è di proprietà e relativa gestione della Provincia Regionale di Siracusa. Consta di n. 6 stazioni per il rilevamento degli inquinanti atmosferici, di cui n. 5 stazioni sono dotate di strumentazione per la misura del rumore.

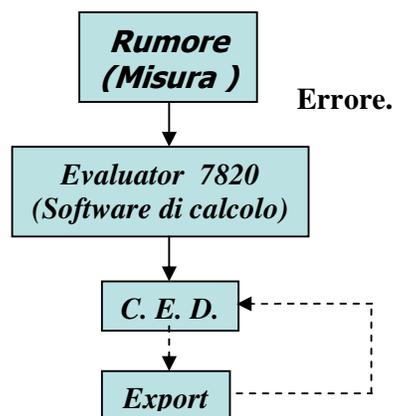
1. CONFIGURAZIONE/ARCHITETTURA DELLA RETE



L'architettura della rete è del tipo Master-Slave, dove la funzione Master è svolta dal C.E.D. che decide quando interrogare e che tipo di dati richiedere alle periferiche che sono costituite da fonometri 2260 della Brüel & Kjær con relativo software di funzionamento. Ogni stazione trasmette i dati al C.E.D. (centro elaborazione dati), via modem. Le stazioni di rilevamento sono ubicate nelle vie da cui hanno preso il nome.

2. PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE

Il protocollo di comunicazioni è proprietario della ditta costruttrice del fonometro (Brüel & Kjær), è di tipo asincrono ed utilizza un'interfaccia seriale RS232C via modem.



3. SISTEMI HARDWARE E SOFTWARE IMPIEGATI

Per quanto riguarda la periferia, le misure vengono memorizzate su hard-disk interno del fonometro e vengono scaricate su richiesta del C.E.D.

L'hardware del C.E.D. è costituito da un PC di ultima generazione (Pentium IV).

Il software è costituito dal modulo Evaluator 7820 di proprietà della Brüel & Kjær, progettato per l'ambiente windows ed è in grado di gestire le comunicazioni con la periferia nonché le presentazioni e/o elaborazioni dei dati e l'eventuale loro esportazione verso altri formati di tipo foglio elettronico.

4. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE

La rete è stata progettata e concepita principalmente per il monitoraggio ambientale degli inquinanti atmosferici con riferimento ai Decreti Ministeriali 20 maggio 91, 15 aprile e 25 novembre 94.

C) Rete di Rilevamento del rumore nel Comune di Catania

Dislocazione della rete di monitoraggio

Le stazioni di rilevamento sono del tipo rilocabile, sono installate presso edifici o strutture comunali o presso le stazioni di rilevamento dell'inquinamento atmosferico. Ove possibile, l'unità di controllo della stazione viene inserita in locali chiusi limitando l'installazione all'esterno alle sonde meteo ed al microfono.

In fase di installazione la rete di monitoraggio dell'inquinamento acustico sono dislocate come segue:

Unità centrale di controllo: Via Pulvirenti, 4;

Stazioni di rilevamento:

- Via Vincenzo Giuffrida/P.za S. Domenico Savio;
- P.za Gioeni,
- P.za Stesicoro;
- Ospedale Garibaldi;
- V.le Vittorio Veneto/C.so Italia;
- P.za E. d'Ungheria;
- Villaggio S. M. Goretti;
- Librino.

Si riporta di seguito un estratto del capitolato d'oneri relativo alla gara espletata dal Comune di Catania per l'acquisizione del sistema di monitoraggio.

ART. 2 - CARATTERISTICHE TECNICHE

La fornitura si intende comprensiva dell'installazione, del collaudo, e dell'assistenza in garanzia per la durata di due anni, dei beni e/o servizi descritti successivamente.

Il sistema deve prevedere una stazione di controllo principale a cui dovranno essere collegate le 8 postazioni di misura periferiche. Queste potranno essere installate sia all'interno che all'esterno di edifici, su appositi pali o altre infrastrutture esistenti.

Il software della stazione di controllo principale deve consentire il trasferimento dei dati verso un sito WEB mediante l'uso di file ASCII e di file immagine contenenti i grafici dei valori rilevati.

Caratteristiche minime dei principali componenti hardware e software del sistema:

1) Postazioni periferiche

FONOMETRO

- strumento in classe 1;
- dinamica non inferiore a 110 dB;
- conforme alle norme CEI 29-1, 29-10, 29,14;
- risposta in frequenza minimo da 1 Hz a 35 KHz;
- filtri di ponderazione A, C e lineare ;
- acquisizione e memorizzazione dei valori Lpeak, Leq, Ldod, Losha, Lang, Lva, CNEL, SEL, SPL, Lmin, Lmax, dose, proiezione della dose;
- conteggio del superamento di determinati livelli prefissati;
- memoria interna di almeno 200.000 campioni;
- alimentazione a batteria e con alimentatore esterno;
- interfaccia per computer;
- interfaccia per modem;
- acquisizione simultanea dei dati meteo, velocità e direzione del vento, umidità e temperatura;
- predisposizione per l'invalidazione dei dati al superamento di livelli meteo prefissati di velocità del vento e umidità atmosferica;
- acquisizione dati anche durante il trasferimento dei dati al computer;
- ad ogni mezzanotte devono essere calcolati e memorizzati i valori di:
 - Ldn livello sonoro medio giorno-notte;
 - CNEL (Community Noise Exposure Level) livello di esposizione al rumore della comunità;
 - Leq (24) livello di rumore medio nelle 24 ore.

Lo strumento dovrà essere dotato di:

- sorgente sonora di livello noto per la verifica automatica della stabilità e calibrazione;
- cavo di prolunga da 3 a 10 metri (secondo le specifiche necessità del punto di installazione) per il collegamento al microfono per esterni;
- software interno per la elaborazione e stampa dei rapporti statistici.

Due degli otto fonometri dovranno possedere tutte le caratteristiche tecniche previste dal Decreto del Ministero dell' Ambiente del 31/10/1997 per il rilevamento del rumore aeroportuale.

Lo strumento potrà essere assistito da un PC industriale o altro microcomputer in grado di sovrintendere a tutte le funzioni della stazione periferica.

Lo strumento dovrà essere alloggiato in un contenitore a tenuta stagna, con serratura e staffe di fissaggio, e capacità adeguata a contenere oltre al fonometro: il sistema di trasmissione dati, il calibratore, l'unità di controllo delle sonde meteo, eventuali alimentatori, batterie tampone;

SONDA MICROFONICA

Il sistema microfonico per esterni deve essere completo di protezioni contro la pioggia, il vento, l'umidità, gli uccelli.

Il sistema deve possedere al suo interno un segnale di riferimento per calibrare tutta la catena di misura compreso il microfono.

SONDE METEO

Le sonde, opportunamente integrate nel sistema hardware e software, devono consentire di marcare i dati fonometrici acquisiti in particolari condizioni climatiche, al fine di escluderli automaticamente dai calcoli statistici.

I parametri da rilevare sono:

- direzione del vento;
- velocità del vento;
- umidità relativa dell'aria;

COMPONENTI HARDWARE E CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE

- alimentatore switching 220 VAC +/- 10%;
- batteria di backup per un autonomia di almeno 12 ore in assenza di alimentazione primaria a 220V;
- modem GSM;
- contenitore con grado di protezione adeguato installabile a parete, su basamento e su palo;
- porta dati di servizio RS-232 e/o USB per operazioni locali di manutenzione, configurazione, inserimento e prelievo dati;
- chiave elettronica per autorizzazione apertura contenitore (deve permettere l'apertura e la registrazione dell'evento);
- segnalazione all'unità centrale di apertura contenitore;
- segnalazione presenza/assenza rete 220 VAC;
- segnalazione presenza/assenza alimentazioni in corrente continua;
- controllo da remoto della funzionalità del fonometro;

- controllo da remoto della funzionalità del modem GSM;
- memorizzazione dei dati rilevati per intervalli di tempo di almeno 15 giorni, in modo da sopperire ad eventuali interruzioni di funzionamento della stazione centrale o della rete di trasferimento dati;
- invio autonomo di messaggi di attenzione in caso di superamento delle soglie, o di malfunzionamenti dello strumento di misura;
- invio autonomo di messaggi di attenzione o allarme in caso di apertura non autorizzata del contenitore, di mancanza di tensione di rete, di bassa tensione della batteria di backup, altri due eventi del tipo on/off definibili durante e/o dopo l'installazione della stazione;
- invio dei dati memorizzati con protocollo a correzione d'errore, con compressione ed eventuale criptazione dei dati trasmessi;
- auto-ripristino della connessione e dello scarico dati in caso di interruzione della connessione;
- invio autonomo di messaggi di attenzione in caso di malfunzionamenti della trasmissione dati;
- teleprogrammabilità delle unità remote;
- caricamento di nuove versioni di software interno, sia da terminale connesso localmente, sia da remoto, via connessione dati;
- espandibilità software e hardware;

2) Stazione di controllo

PRINCIPALI COMPONENTI DELLA STAZIONE DI CONTROLLO

- n. 1 Unità server;
- n. 3 unità client Desk-top completi di Monitor, Tastiera, Mouse, accessori multimediali;
- n. 4 stampanti (2 laser, 1 stampante a colori formato A3, 1 stampante multifunzione fax-scanner-copiatrice);
- n.1 Video-proiettore
- licenze software.

SERVER

- CPU Intel Pentium IV 1700 MHz;
- RAM 512 Mb 100 Mhz SDRAM;
- Scheda video S3 3D;
- n. 2 HD SCSI con capacità superiore a 50 Gb e con Mirroring Controller;
- CASE Tower;
- MASTERIZZATORE INTERNO SCSI;
- Unità di Backup su nastri DAT;
- SCHEDA RETE;
- Lettore CD-DVD ROM;
- FD 3+1/2";
- MONITOR 17" LCD/TFT, risoluzione minima 1024x768, contrasto minimo 250:1, dot pitch inferiore a 0,27 mm;
- UNITA' UPS da 500 W;
- Software pre-installato WINDOWS ME o WINDOWS NT;
- Software Microsoft Office ultima versione disponibile serie professionale;

- Completo di tastiera e mouse Windows PS/2 e accessori multimediali (modem, casse acustiche, microfono).

CLIENT (DESKTOP)

- CPU Pentium IV 1500 MHz;
- RAM 256 Mb 133 Mhz SDRAM;
- Scheda video Millennium G6400 16MB;
- HD SCSI minimo 40 GB;
- MASTERIZZATORE INTERNO SCSI;
- SCHEDA RETE;
- Lettore CD-DVD ROM;
- FD 3 1/2";
- Completo di tastiera e mouse Windows PS/2 e accessori multimediali (modem, casse acustiche, microfono);
- MONITOR 15,1" LCD/TFT, risoluzione minima 1024x768, contrasto minimo 250:1, dot pitch inferiore a 0,27 mm;
- Software pre-installato WINDOWS ME o WINDOWS NT;
- Software Microsoft Office ultima versione disponibile serie professionale;
- Completo di tastiera e mouse Windows PS/2 e accessori multimediali (modem, casse acustiche, microfono).
- UNITA' UPS da 350W.

L'unità SERVER e i CLIENT devono essere prodotti da una nota casa costruttrice di carattere internazionale specializzata nel settore (IBM, DIGITAL, HP, OLIVETTI, DELL, COMPAQ, etc.), ovvero non essere costituiti da parti assemblate al momento.

STAMPANTI

- n. 2 stampanti laser con caratteristiche tecniche minime equivalenti al modello HP LaserJet 1100A;
- n. 1 stampante a colori alta risoluzione formato A3 con caratteristiche tecniche minime equivalenti al modello Epson Stylus color 1520;
- n. 1 stampante multifunzione a colori (scanner, copiatrice, fax) con caratteristiche tecniche minime equivalenti al modello HP Office Jet G55.

VIDEOPROIETTORE

Per la proiezione delle immagini generate dalle unità server e client o provenienti da altre sorgenti di immagini quali: CD-DVD, TV, SAT-TV . Luminosità superiore a 1300 ANSI lumen, contrasto minimo 400:1, completo di altoparlanti interni, lampada con durata almeno 2000 ore e telecomando.

LICENZE SOFTWARE

Devono essere forniti i programmi su CD e tutte licenze d'uso per tutto il software installato sul server, sui client e sui computer delle postazioni periferiche.

3) Software di gestione della stazione di controllo

- funzionamento in ambiente operativo Windows 2000 o Windows NT ultima versione disponibile;
- programma in VB6 con file di output disponibili in vari formati;
- protezione programma e dati con chiave hardware;
- accesso operatori con differenti livelli gestito con password;
- controllo funzionalità dei modem con possibilità di reset hardware da programma;
- scarico dati dalle stazioni remote con polling ad intervalli regolabili da configurazione;
- gestione automatica di richiamata su numero occupato o non disponibile, con invio di SMS al personale incaricato in caso di n tentativi infruttuosi di chiamare una stazione remota;
- configurazione dei parametri del programma, del modem GSM e di quello PSTN, elenco numeri telefonici ed altri parametri delle stazioni remote;
- registrazione su un file LOG di tutte le operazioni compiute sia in automatico dal programma sia in manuale dagli operatori;
- connessione periodica alle stazioni remote con identificazione univoca, scarico file dati in formato compresso e criptato e sincronizzazione dell'orologio remoto;
- registrazione dei dati scaricati dalle stazioni remote su doppio file mensile;
- consultazione on-line dei dati scaricati dalle stazioni remote e creazione di file ASCII nel formato richiesto;
- generazione di tabelle e grafici dei valori misurati da una determinata stazione in un intervallo di tempo scelto dall'operatore;
- generazione automatica con cadenza temporale definibile di file di testo e file immagini contenenti i valori rilevati;
- ricezione di eventuali SMS di controllo e allarme provenienti dalle stazioni remote, con invio di SMS di conferma al sito remoto, SMS di segnalazione al personale incaricato e registrazione eventi sul file di LOG;
- finestra operatore per richiesta dati e cambio parametri alle stazioni remote.

Analizzatore statistico in grado di:

- registrare Livelli di Pressione Acustica e Livelli Equivalenti nel tempo;
- effettuare l'analisi statistica e il grafico della curva cumulativa, distributiva e dei livelli percentili oltre a Deviazione Standard, Indice di Rumore da traffico e di Inquinamento Acustico;
- memorizzare automaticamente tutti i dati acquisiti dalle stazioni periferiche su file di data-base del computer centrale di gestione;
- archiviare ogni misura su floppy-disk e stampa in modo grafico tramite porta parallela;
- supportare la grafica CGA, EGA, VGA;
- registrare e visualizzare l'andamento dei parametri di temperatura, umidità, velocità e direzione del vento;
- gestire tutte le stazioni di monitoraggio di rumore e relative sonde meteo e possibilità di integrazione di ulteriori apparecchi di monitoraggio in caso di espansione della rete;

- l'interrogare delle stazioni deve essere gestibile su richiesta dell'utente per la lettura in tempo reale dei dati misurati;
- consentire la trasmissione dei dati automaticamente con scadenza selezionabile dall'utente;

Il sistema informativo installato presso il centro fornisce un'interfaccia cartografica di base raffigurante l'area cittadina. Su questa base cartografica vengono posizionate, all'atto dell'installazione del sistema, le stazioni periferiche di monitoraggio con la visualizzazione dell'ultimo aggiornamento dei livelli Leq misurati dalle stazioni stesse.

Il programma deve consentire la presentazione sia in forma tabellare che grafica dei diversi parametri misurati e consentire la visualizzazione dei seguenti parametri:

- Valori istantanei;
- Valori medi orari;
- Valori medi giornalieri.

I dati dovranno essere corredati dalle seguenti informazioni:

- Data ed ora di inizio della sessione di misura;
- Valori di percentile Ln ad intervalli di 5 dB;
- Valori di percentile Ln a scelta dell'operatore;
- Valore di Leq per periodo di misura;
- Valore di Lav;
- Valore massimo e minimo Lmax e Lmin;
- Indice di rumore da traffico;
- Livello da inquinamento da rumore;
- Livello di rumore giorno-notte, con definizione del periodo intermedio, Ld(i)n;
- Segnali di stato dello strumento e delle condizioni meteo durante l'acquisizione della misura;
- Invalidazione automatica delle misure in caso di stato di errore dello strumento, mancata o errata calibrazione automatica, superamento delle soglie fissate per l'intensità degli eventi meteorologici.

Per ciascun evento significativi, inoltre, vengono memorizzate le seguenti informazioni:

- Data ed ora di inizio dell'evento;
- LA max dell'evento;
- SEL dell'evento;
- Valore di Leq per il periodo di misura dell'evento;
- Valore massimo di Leq su 1/16 di secondo;
- Ora del verificarsi di Lmax;
- Durata dell'evento;
- Soglie;
- Durata minima dell'evento.

Costituiscono, inoltre, parte integrante della fornitura quanto di seguito compreso:

MANUALI DI ISTRUZIONE E SCHEMI COSTRUTTIVI
n.2 copie per ciascun tipo di attrezzatura o software forniti.

CORSO DI ADDESTRAMENTO

Deve essere svolto al completamento della fase di installazione della rete e così articolato:

- non meno di 5 ore per due tecnici manutentori;
- non meno di 10 ore per due gestori della rete e deve riguardare tutte le funzioni del software di gestione compresi i parametri di configurazione della rete.

D) Rete di rilevamento del comune di Messina

- n° 5 mobili per il rilevamento su lungo periodo del rumore modello L&D 820;
- n° 1 analizzatore di spettro del rumore in tempo reale modello L&D 824;
- n° 1 software di elaborazione dati sul rumore Noise & Vibration Works;
- n° 1 software per la simulazione della propagazione acustica e mappatura (il cui pubblico incanto per la fornitura dello stesso è previsto nel corso del c.a.)

3. Motivazioni della proposta

3.1 Analisi dei bisogni informativi

La rete di rilevamento dell'inquinamento acustico consentirà di soddisfare diversi bisogni informativi, in particolare:

- acquisizione dati ed informazioni utili alla predisposizione, da parte delle Amministrazioni comunali (Comuni con più di 50.000 abitanti) "Relazione sullo stato acustico del comune" (art. 7 L. 447/95);
- acquisizione dati ed informazioni utili alla predisposizione, da parte delle Amministrazioni comunali, dei Piani di risanamento acustico (art. 7 L. 447/95) ed in particolare all'individuazione delle aree potenzialmente più critiche;
- acquisizione dati ed informazioni utili affinché l'Italia, come tutti gli Stati membri, possa soddisfare le richieste specifiche della Commissione, come previste dalla direttiva 2002/49/CE; è in particolare previsto che gli Stati membri provvedano all'elaborazione, entro il 30 giugno 2007, di mappe acustiche strategiche⁴, relative all'anno solare, di tutti gli agglomerati⁵ con più di 250.000 abitanti, degli assi stradali principali su cui transitano più di 6 milioni di veicoli/anno, degli assi ferroviari principali su cui transitano più di 60.000 convogli/anno dei principali aeroporti (aeroporti civili in cui si hanno più di 50.000 movimenti/anno);
- acquisizione dati ed informazioni utili alla redazione ed all'aggiornamento delle Relazioni sullo

⁴ Per "mappa acustica strategica" si intende una rappresentazione di dati relativamente ad uno dei seguenti aspetti: una situazione di rumore esistente, precedente o prevista in funzione di un descrittore acustico, il superamento di un valore limite, il numero stimato di abitazioni, scuole, ospedali di una determinata zona che risultano esposti a specifici valori di un descrittore acustico, il numero stimato di persone che si trovano in una zona esposta al rumore. (Allegato IV alla Direttiva 2002/49/CE del 25 giugno 2002).

⁵ Parte di territorio, delimitata dallo Stato membro, la cui popolazione è superiore a 100.000 abitanti e la cui densità di popolazione è tale che lo Stato membro la considera un'area urbanizzata".

Stato dell'Ambiente a livello locale e regionale;

- acquisizione dati ed informazioni chiare, comprensibili ed accessibili da diffondere alla popolazione, mediante le tecnologie dell'informazione disponibili ed anche attraverso la rete Internet (siti web di amministrazioni locali, Regione Siciliana, ARPA, APAT,...).

3.2 Analisi delle criticità del sistema attuale

In assenza di una rete di monitoraggio strutturata a livello regionale, le attività di indagine sono state condotte fino ad ora in maniera estemporanea e soprattutto in risposta agli esposti presentati dai singoli cittadini.

In particolare dall'analisi dell'attività di controllo espletata dai Dipartimenti provinciali dell'ARPA risulta che la percezione da parte dei cittadini dell'inquinamento acustico risulta falsata; infatti basandosi sulla valutazione complessiva degli esposti per rumore, si evidenzia che la popolazione considera, in genere, anche a causa della facile individuabilità del soggetto titolare della fonte, l'inquinamento da sorgenti fisse come quello maggiormente rilevante.

In realtà, il traffico veicolare costituisce la sorgente più importante sia per i livelli sonori ad esso associati sia perché a causa della sua diffusione, interessa la totalità delle aree urbane e quindi coinvolge vastissimi strati della popolazione.

Se a questo si aggiunge il fatto che la propagazione dell'onda sonora segue specifiche leggi fisiche deterministiche per le quali assumono grande importanza la direttività della sorgente, le condizioni meteorologiche, la presenza di ostacoli; ed ha inoltre una contenuta variabilità temporale sul lungo periodo, risulta basilare privilegiare la descrizione spaziale del fenomeno assumendo una certa periodicità nel tempo, almeno per le sorgenti largamente più diffuse, quali le infrastrutture dei trasporti.

Alla luce di quanto premesso, risulta superfluo, nonché estremamente dispendioso, effettuare il monitoraggio del rumore attraverso alcune postazioni fisse, in modo particolare quando si vuole raggiungere un certo grado di dettaglio nella descrizione spaziale.

I dati disponibili a seguito delle attività di rilevamento fin qui condotte dai Dipartimenti provinciali dell'ARPA hanno prodotto risultati talvolta non confrontabili in quanto ottenuti utilizzando metodologie di misura differenti ed anche diversi descrittori; tale situazione è determinata anche dal cambiamento delle modalità di misura dovuto all'aggiornamento normativo.

La mancanza di personale e strumentazione ha impedito inoltre la realizzazione di campagne di monitoraggio pianificate che consentissero la descrizione dello stato di inquinamento acustico delle infrastrutture di trasporto e delle aree urbane.

In sostanza, l'attività di controllo svolta fino ad ora, considerato l'esiguo personale disponibile, è stata finalizzata al soddisfacimento della domanda di verifiche da parte del cittadino, (contenzioso) relativamente ad episodi di disturbo causato da sorgenti ben definite (impianti di condizionamento e refrigerazione, motori per il pompaggio dell'acqua, attività ricreative rumorose) inoltre a causa della mancanza di strumentazione specifica, non è stato possibile attivare la pianificazione di tutte quelle

attività caratterizzare il territorio siciliano e il suo stato ambientale per ciò che concerne i livelli di inquinamento acustico.

Un'altra criticità deriva dal fatto che mentre tutte le regioni italiane si stanno lentamente adattando alla normativa vigente a livello nazionale, la nuova normativa europea costringe a rivedere descrittori e metodologie di misura utilizzati per conformarsi agli altri Stati membri.

4. La classificazione acustica del territorio

4.1 La situazione siciliana - stato di recepimento della normativa nazionale

La necessità di un sistema organico di misure che consenta di definire i livelli di inquinamento acustico regionale nasce dalle esigenze normative presenti a livello nazionale.

Infatti in Sicilia l'assenza della legge regionale prevista dalla L. 447/95, ha fino ad ora sostanzialmente impedito l'adozione di strumenti operativi quali la zonizzazione acustica e la successiva redazione dei piani di risanamento.

A tal fine l'accordo di programma tra Assessorato Territorio e Ambiente, Presidenza della Regione e ARPA Sicilia, stipulato nell'agosto del 2002, ha previsto in attuazione della misura 1.01 azione b2, la predisposizione, contestualmente alla progettazione della rete di monitoraggio del rumore, anche delle linee guida per consentire ai comuni di procedere alla classificazione acustica del territorio.

La zonizzazione acustica, che passa per una conoscenza sistematica dei livelli di rumore sul territorio e della loro evoluzione temporale, si può quindi configurare come uno strumento di conoscenza del territorio che consenta di operare le scelte di governo dello stesso, quali la pianificazione territoriale e la predisposizione degli interventi di bonifica secondo una scala di priorità di intervento.

I comuni che hanno proceduto alla classificazione del territorio sono di seguito elencati:

Tabella 4.1.1 – Stato di avanzamento della Zonizzazione acustica in Sicilia

COMUNI CON ZONIZZAZIONE APPROVATA	COMUNI CON ZONIZZAZIONE INIZIATA
Pace del Mela (ME)	Floridia (SR)
Caltanissetta	Leni (ME)
Messina	Nicolosi (CT)
Alcamo	Palermo
	Scicli (RG)
4	5

Fonte: Assessorato Regionale Territorio e Ambiente, 2000

Tabella 4.1.2 – Superficie (popolazione) zonizzata rispetto alla superficie (popolazione) provinciale totale – dati provvisori aggiornati al 2002

Provincia	Territorio totale (ha)	Popolazione totale (n° ab.)	Popolazione zonizzata (n° ab.)	%
Agrigento	304.190	448.053		
Caltanissetta	212.820	274.035	61.438	22.4
Catania	355.220	1.054.778		
Enna	256.273	186.182		
Messina	324.722	662.450	258.143	38.9
Palermo	499.225	1.235.923		
Ragusa	161.402	295.264		
Siracusa	210.880	396.167		
Trapani	246.172	425.121	43.890	10.3
Regione Sicilia	2.570.904	4.977.973	363.471	

Altro adempimento per i Comuni con più di 50.000 abitanti, previsto dall' art. 7 della Legge Quadro è la predisposizione di una “**Relazione sullo stato acustico del comune**”, da una ricognizione effettuata dall'ARPA nel secondo semestre 2002, dei 15 comuni con più di 50.000 abitanti (Agrigento, Caltanissetta, Gela, Acireale, Catania, Messina, Bagheria, Palermo, Modica, Ragusa, Vittoria, Siracusa, Marsala, Mazara del Vallo, Trapani) nessuno ha presentato tale documento.

4.2 Principi metodologici per la classificazione acustica.

Le classi di destinazione d'uso del territorio ed i relativi valori di qualità e di attenzione sono quelle di cui all'art. 1 del DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il criterio di base per la individuazione e la classificazione delle differenti zone acustiche del territorio è essenzialmente legato alle prevalenti condizioni di effettiva fruizione del territorio stesso. Tuttavia è auspicabile che la zonizzazione acustica recepisca le proiezioni future previste di destinazione d'uso del territorio.

Quale criterio generale sono sconsigliate le eccessive suddivisioni del territorio. È altresì da evitare una eccessiva semplificazione, che potrebbe portare a classificare ingiustificatamente vaste aree del territorio nelle classi più elevate (IV e V). L'obiettivo è quello di identificare zone di dettaglio acusticamente omogenee all'interno del territorio comunale seguendo, in assenza di altri vincoli, i confini naturali generati da discontinuità morfologiche del territorio (argini, crinali, mura, linee continue di edifici). In linea generale è opportuno procedere attraverso aggregazioni delle sezioni di censimento ISTAT, che possono costituire le unità elementari anche ai fini del calcolo della popolazione. Secondo quanto disposto dall'art. 4, comma 1, punto a), della L n. 447/95 è vietato l'accostamento di zone con differenze di limiti di rumore superiori a 5 dB(A). Tuttavia è ammessa la possibilità di adiacenza fra zone appartenenti a classi non contigue quando esistano evidenti discontinuità morfologiche che assicurino il necessario abbattimento del rumore. Nei casi in cui ciò sia reso necessario al fine di tutelare preesistenti destinazioni d'uso è lasciata la possibilità di adiacenza di zone appartenenti a classi non contigue, con adozione di piano di risanamento così come stabilito dallo stesso art. 4, comma 1, punto a) della L n. 447/95. La classificazione fatta con contatto di aree di classi non contigue deve essere evidenziata e giustificata nella relazione di accompagnamento alla classificazione stessa. Indicativamente, in normali condizioni di propagazione del rumore (quindi in assenza delle discontinuità morfologiche di cui sopra) la distanza tra due punti appartenenti a due classi non contigue non dovrebbe essere mai inferiore a 100 m. Per quanto attiene la metodologia di definizione delle zone, si indica di procedere a partire dalla individuazione delle zone particolarmente protette di classe I e di quelle di classe più elevata (V e VI) in quanto più facilmente identificabili. Una volta individuate le classi estreme si proseguirà con l'assegnazione delle classi intermedie II, III e IV, fase che risulta in generale più delicata. Più specificatamente la classificazione del territorio può essere ottenuta attraverso le fasi di seguito elencate:

- analisi degli strumenti urbanistici approvati o in via di approvazione e di tutte le varianti previste;
- verifica sul territorio della corrispondenza tra destinazione urbanistica e destinazioni d'uso effettive;
- individuazione delle classi I, V e VI (aree particolarmente protette e aree industriali);
- individuazione delle classi intermedie II, III e IV;
- individuazione di alcune localizzazioni particolari, quali le zone industriali, gli ospedali, le scuole, i parchi;

- individuazione delle strade di grande comunicazione, linee ferroviarie, aree portuali, con tutti i vincoli di zonizzazione che comportano;
- aggregazione delle aree omogenee e analisi critica dello schema di zonizzazione ottenuto attraverso anche indagini acustiche specifiche;
- verifica della compatibilità acustica tra le diverse aree ed eventuale adozione dei piani di risanamento e miglioramento;
- formulazione del progetto di zonizzazione definitivo.

La L. 447/95 prevede l'obbligo per i Comuni, peraltro già introdotto dal DPCM 01/03/1991, di procedere alla classificazione acustica del territorio di competenza, vale a dire all'assegnazione a ciascuna porzione omogenea di territorio di una delle sei classi indicate dalla normativa, sulla base della prevalente ed effettiva destinazione d'uso del territorio stesso (zonizzazione acustica).

La stessa inoltre, ha assegnato alle regioni il compito di definire i criteri con cui i Comuni procedono alla classificazione acustica del proprio territorio.

La conoscenza della distribuzione dei livelli di inquinamento acustico sul territorio risulta in molti casi fondamentale ai fini di una corretta classificazione dello stesso soprattutto quando ci si trovi nelle condizioni di incertezza per le caratteristiche del sito.

Il rilevamento dei dati mediante una rete di monitoraggio in continuo, consente inoltre la rappresentazione della periodicità nel tempo del fenomeno, consentendo una adeguata modellazione dello stesso.

5. Struttura della rete di monitoraggio proposta

5.1 Caratterizzazione delle sorgenti

La misurazione dei livelli sonori e' la base di partenza per la valutazione dell'inquinamento acustico, le campagne di rilevamento effettuate negli ultimi due decenni hanno avuto carattere parziale in ragione del fatto che spesso sono state condotte solo a scopo comparativo o si sono limitate ad una porzione del territorio limitata o ad un limitato intervallo di tempo.

Nonostante ciò dagli stessi studi effettuati sono emerse delle caratteristiche comuni dei risultati come una limitata variabilità dei livelli sul medio periodo, un'elevata variabilità spaziale, l'identificazione e classificazione di alcune tipologie omogenee di sorgenti.

La stessa normativa ha in genere nel passato rivolto alla gestione del monitoraggio una attenzione limitata lasciando alle regioni, ai comuni, alle province ed alla sensibilità sociale il compito di rispondere con gli strumenti ritenuti piu' idonei alle esigenze di controllo dell'inquinamento acustico.

La normativa Italiana ha poi nel 1995 con la Legge quadro n. 447, identificato e indirizzato attività di controllo dell'inquinamento acustico come la classificazione del territorio, l'adozione di piani di risanamento che hanno posto definitivamente il problema dell'adeguamento delle politiche di controllo con quelle del rilevamento e monitoraggio.

Piu' di recente tale approccio e' stato confermato dalla direttiva europea 49/2002 e dal lavoro intrapreso su base comunitaria, Harmonoise, consistente nell' armonizzazione delle attività di controllo e degli strumenti a disposizione in campo comunitario per il controllo dell'inquinamento acustico.

La politica del contesto Apat-Arpa-Appa aveva gia' da anni raccolto tale messaggio ancora non espresso nell'ambito del lavoro dei Gruppi di lavoro prima e dei Centri Tematici Nazionali poi con lo scopo di fornire metodologie di lavoro comuni nelle varie regioni e strumenti di scelta delle strumentazioni e delle attività tecniche adeguati.

E' preliminarmente necessario per affrontare il problema della progettazione di una rete di monitoraggio definire le categorie di sorgenti di rumore riscontrabili.

Facendo riferimento al lavoro già svolto nell'ambito del CTN Agenti Fisici e delle esperienze maturate in regioni ove sono operative da diversi anni ARPA con significativa esperienza tecnico scientifica e ove le normative regionali hanno già indirizzato l'attività in materia le categorie di sorgenti rumorose presenti possono essere riassunte nelle seguenti:

1. Rumore da infrastrutture da trasporto
2. Rumore urbano
3. Rumore industriale
4. Rumore da sorgenti fisse non industriali.

La rete regionale di rilevamento e monitoraggio dell'inquinamento acustico dovrà quindi permettere il rilevamento di tutte le sorgenti predette e di ottenere tutti gli indicatori richiesti dalla normativa italiana e comunitaria.

Analizzeremo pertanto le problematiche poste dalle categorie di sorgenti di rumore suindicate e i fabbisogni tecnici, logistici e strutturali conseguenti.

5.1.1 Rumore da infrastrutture di trasporto

La definizione comprende diversi sistemi come ferrovie, strade, porti, aeroporti. Per tali sorgenti di rumore il rilevamento prescritto dalla norme tecniche e di legge prevede tempi di osservazione minimi di almeno una settimana.

Risulta quindi necessario l'utilizzo di centraline di monitoraggio in continuo. Lo studio di tali infrastrutture puo' e deve essere condotto anche con strumenti di simulazione e previsione del rumore, poiche' dalla fase di identificazione e misura di situazioni di superamento di valori limite deve essere anche possibile verificare e comparare diverse strategie di riduzione del rumore.

Deve essere inoltre possibile valutare preliminarmente l'impatto acustico di nuove infrastrutture di trasporto adoperando strumenti di simulazione e metodi standardizzati.

5.1.2 Rumore urbano

Nell'ambito del territorio urbano sono presenti diverse sorgenti di rumore che sono ascrivibili ad attività umane e che non posso essere spesso facilmente separate ma contribuiscono in proporzione

varia al “rumore residuo”.

A tali sorgenti vanno ascritte le infrastrutture di trasporto urbane, il rumore prodotto da attività umane non puntuali e non ascrivibili a sorgenti fisse.

Per tali sorgenti di rumore devono essere adoperate sia sistemi di monitoraggio in continuo che sistemi previsionali, per la disuniformità spaziale del rumore urbano ed anche per la stretta correlazione di tale aspetto con le classi di destinazione d’uso del territorio e con le strategie di riduzione a conformità.

Va inoltre considerato che la Legge quadro prevede che vadano effettuate le valutazioni di impatto acustico di tutte le installazioni che prevedono una variazione del clima acustico.

5.1.3 Rumore industriale

Le sorgenti di rumore industriale sono sicuramente quelle delle attività non allocabili di norma nell’ambito delle classi di destinazione d’uso del territorio urbano anche solo parzialmente residenziali.

L’allocazione di tali attività in zone industriali del territorio urbano comporta in ogni caso delle problematiche specifiche principalmente nelle zone di confine tra tali aree e aree adiacenti di diversa classificazione.

Tecnicamente e’ possibile affrontare il problema posto dal rumore industriale sia adoperando sistemi previsionali che tramite rilevamento e monitoraggio.

Il rilevamento del rumore prodotto da sorgenti industriali non necessita di sistemi di rilevamento di lungo termine in quanto il rumore prodotto ha caratteristiche di intensità e direttività fisse e scarsamente variabili nel tempo.

Possono essere adoperati sistemi portatili di rilevamento che permettono una veloce riallocazione in modo da ottenere mappature piu’ fitte dello spazio intorno a tali sorgenti e nell’intorno di tali aree.

5.1.4 Rumore da sorgenti fisse e non industriali

Rientrano in tali categorie tutte le sorgenti fisse e non, che possono determinare in spazi limitati valori superiori ai limiti di immissione nell’ambiente esterno o nell’ambiente abitativo.

Tra tali sorgenti vanno ascritte anche quelle presenti negli edifici di civile abitazione e derivanti da attività produttive e/o commerciali.

Per tali sorgenti lo strumento piu’ idoneo di rilevamento e’ la strumentazione portatile tenuto conto che gli esiti dei rilevamenti possono direttamente correlati con ciascuna di esse.

Spesso infatti il rumore prodotto da tali sorgenti produce disturbo e superamento dei limiti di legge spesso solo in alcuni ambienti abitativi determinando situazioni conflittuali che possono essere risolte tramite contraddittorio e non necessitano di rilevamento in continuo.

5.2 Obiettivo dell’intervento proposto

Il sistema di monitoraggio proposto prevede una serie di campagne di misura e l'applicazione di modelli di calcolo relativamente ad aree/sorgenti prestabilite, che consentano, attraverso l'utilizzo di metodiche omogenee a livello regionale, l'acquisizione di dati utili a descrivere lo stato acustico dell'ambiente e a seguirne l'evoluzione temporale, ad individuare le aree di criticità, ed a stimare, in maniera approssimata, le percentuali di popolazione esposta ai diversi livelli di rumore.

Quindi la rete di monitoraggio consentirà di descrivere lo stato dell'ambiente e individuare le aree maggiormente critiche sulle quali occorre intervenire con ulteriori indagini di dettaglio, preliminari alla pianificazione ed alla progettazione del risanamento acustico.

Al fine di distinguere le aree oggetto del monitoraggio in relazione alla criticità, si è scelto di differenziare il territorio in **aree urbane** e **aree extraurbane**.

Tra le prime rientrano i comuni con un numero di abitanti superiore a 50.000 listati precedentemente (vedi paragrafo 4). Le aree quali quelle interessate dalla presenza di ferrovie, porti, autostrade, circonvallazioni, grandi vie di comunicazione in genere, poli extraurbani attrattori/generatori di traffico/rumore come discoteche, centri commerciali, impianti industriali, ecc.) sono definite come aree extraurbane.

Obiettivo dell'intervento proposto, è quello di fornire i dati utili a:

- ❖ individuare le aree critiche dal punto di vista del rumore in relazione alla presenza di sorgenti e soprattutto della densità della popolazione residente in suddette aree;
- ❖ definire le priorità di intervento in base alla conoscenza delle situazioni critiche;
- ❖ valutare i possibili interventi di risanamento del territorio e gli effetti benefici sull'inquinamento acustico, prodotti dall'adozione di piani di risanamento simulati (valutazione *ex ante* e *in itinere*);
- ❖ potere confrontare nel tempo la rumorosità di quella parte del territorio, dopo aver realizzato le opere di contenimento e/o di riduzione del rumore stesso (valutazione *ex post*);
- ❖ stimare la percentuale di popolazione esposta ai diversi livelli di rumore, almeno per ciò che concerne le aree critiche, anche in relazione ai contenuti della recente direttiva europea;
- ❖ alimentare il sistema informativo regionale e nazionale (SIRA e SINAnet) soddisfacendo i bisogni informativi degli Enti istituzionali e della popolazione.

5.3 Dimensionamento della rete

Come è noto le azioni mirate alla conoscenza dei livelli di inquinamento acustico in aree urbane o lungo le infrastrutture di trasporto sono assegnate per legge rispettivamente ai Comuni e agli Enti gestori. Il ruolo dell'Agenzia sarà quindi quello di verificare tali informazioni, supportare le amministrazioni locali, effettuare approfondimenti.

E' evidente, che tali compiti non hanno una scadenza temporale, rappresentando attività di tipo continuativo per l'Agenzia. Il progetto, quindi, mira a consentire all'Agenzia lo svolgimento di tali attività a fronte della mancanza attuale di strumenti operativi.

La rete di monitoraggio dovrà pertanto garantire la possibilità di fornire risposte sia nel settore dell'inquinamento acustico urbano che extraurbano.

Per quanto attiene al **rumore urbano**, sono stati analizzati i dati disponibili relativi alla distribuzione della popolazione sul territorio, suddivisi per provincia ed aggregati rispetto alle due categorie rappresentate da nuclei abitativi densi o radi⁶.

I dati sono stati normalizzati rispetto alla situazione regionale e quindi ulteriormente pesati per la popolazione provinciale. L'indice ottenuto (Ipu) costituisce un fattore di pesatura provinciale rispetto al totale delle centraline da acquisire.

Tabella 5.3.1 – Calcolo delle centraline da acquisire

	Totale Aree Urbanizzate [ha]	Indice di potenzialità del rumore urbano (Ipu)	Centraline esistenti	Centraline calcolate mediante Ipu	Urbano	Centraline specializzate	Reti per centri specializzati	Numero totale
Ag	6.700	5,293609636		1,111658024	0	1		1
Cl	3.683	1,708595832		0,358805125	0	1		1
Ct	18.890	31,83481783	8	6,685311745	5	1	4	10
En	2.536	0,919444461		0,193083337	0	1		1
Me	13.866	16,35599778	5	3,434759535	2	1		3
Pa	15.844	29,899443	8	6,278883029	5	1	4	10
Rg	6.058	3,043425036		0,639119258	0	1		1
Sr	8.361	4,986945064	8	1,047258463	0	1		1
Tp	10.764	5,95772135		1,251121484	0	1		1
Totale	86.702	100	29	21	12	9	8	29

Fonte: elaborazione ARPA Sicilia su dati ISTAT 2001 Assessorato Territorio e Ambiente 1995

Tenuto conto, quindi, della necessità di una distribuzione sul territorio della strumentazione che garantisca gli interventi di controllo e delle risorse finanziarie disponibili, anche in relazione a tutte le altre esigenze connesse alla realizzazione della rete di monitoraggio, viene indicato il numero di centraline che verranno assegnate ai singoli Dipartimenti Provinciali (DAP).

Al fine di garantire la possibilità di monitoraggio locale anche di sorgenti specifiche con caratteristiche particolari, quali impianti industriali o sorgenti caratterizzate da peculiarità comunque penalizzate dalla normativa vigente (rumore tonale anche a bassa frequenza, impulsività, ecc.), è stata prevista per ogni DAP l'assegnazione di una centralina specifica, opportunamente attrezzata.

In tal caso la strumentazione di monitoraggio fonometrico potrà essere estratta per misure

⁶ **Tessuto denso:** sono rappresentate in questa classe tutte le aree nelle quali il tessuto urbano è saturo o in via di saturazione; possono pertanto comprendere anche le zone periferiche dei grandi centri abitati se all'interno di queste gli spazi aperti sono subordinati. La classificazione e delimitazione dei centri urbani sono state integrate attraverso l'osservazione dei voli aerofotogrammetrici e della cartografia topografica e con l'adozione di un simbolo per i nuclei di estensione inferiore ai 25 ha.

Tessuto rado: costituito da insediamenti urbani alternati ad aree verdi, o comunque non costruite, ciascuna di dimensioni vicine o anche superiori al minimo cartografabile. Vengono incluse in questa classe quasi tutte le aree periferiche dei capoluoghi di provincia e dei centri urbani maggiori, oltre alle nuove urbanizzazioni eseguite o in corso di realizzazione. Spesso sono state incluse in questa partizione anche aree con abitazioni sparse e comprendenti aree verdi, pubbliche e private, di superficie notevole, ma che mostrano una chiara unitarietà di tessuto.

presidiate anche all'interno delle abitazioni.

Nel caso in cui dal calcolo effettuato risulti l'assegnazione di un'unica centralina, la stessa avrà le caratteristiche "speciali" di cui sopra.

Per quanto attiene al **rumore extraurbano**, essenzialmente determinato dalle infrastrutture di trasporto, si è ritenuto di concentrare l'assegnazione della strumentazione necessaria, ai due Dipartimenti di Palermo e Catania, ipotizzando una suddivisione del controllo delle reti di trasporto e delle relative attività di monitoraggio per tali tipologie di sorgenti.

La scelta dei due Dipartimenti discende sia dalla maggiore popolazione dei due centri, che dalle problematiche derivanti dalla concentrazione nelle due città di infrastrutture di trasporto rilevanti a livello regionale e nazionale (aeroporti, porti, nodi autostradali, stazioni ferroviarie, ecc.)

Tale scelta si giustifica anche con la necessità di ottimizzare i costi necessari alla formazione e specializzazione del personale, fondamentali in un settore di particolare complessità come quello della modellizzazione delle infrastrutture di trasporto.

Nella tabella sono riportate anche le centraline che attualmente sono utilizzate nelle città indicate per monitoraggio acustico con gestione a carico degli Enti Locali o di società municipalizzate.

Tale strumentazione e i dati da essa raccolti potrebbero costituire un ulteriore contributo alla realizzazione della rete regionale, tramite la cessione diretta dei sistemi di monitoraggio da parte degli Enti gestori all'ARPA Sicilia, o tramite la fornitura dei dati, validati dagli stessi enti gestori, secondo procedure standardizzate definite dall'Agenzia.

E' ovvio che i vantaggi derivanti dalla disponibilità di dati validati secondo criteri opportuni definiti in sede agenziale sono soprattutto quelli di advenire ad una conoscenza del territorio più rapida di quella prevedibile con le risorse disponibili a seguito della realizzazione del progetto. Infatti, considerata la struttura flessibile ipotizzata, le centraline assegnate alle città con popolazione maggiore, potrebbero facilmente, viste le caratteristiche scelte per i prodotti, essere utilizzate per il monitoraggio delle infrastrutture di trasporto, garantendo così un incremento delle verifiche ed una conoscenza di tali problematiche in tempi più stretti.

5.4 Metodologia adottata per il monitoraggio

In seguito definiremo le modalità di monitoraggio in funzione delle specifiche aree.

- Aree urbane

Nell'intento di sviluppare una metodologia di campionamento che dia la mappatura acustica del territorio delle aree urbane si è previsto di valutare separatamente il contributo delle principali sorgenti di rumore individuate: traffico veicolare, ferroviario e altre sorgenti significative (attività industriali/artigianali, attività commerciali/ricreative, ecc.).

Fermo restando che per semplicità si procederà alle misure nel periodo diurno e quindi alla sua rappresentazione in una mappatura dell'area urbana, quest'ultima andrà integrata con le misure in continuo per periodi non inferiori a 24 ore, in punti opportunamente scelti per la loro rappresentatività.

- Aree extraurbane

In questo caso il monitoraggio sarà eseguito nelle aree prospicienti le infrastrutture dei trasporti (stradali e ferroviari); in particolare visto che per le infrastrutture sovraregionali (strade statali, autostrade, ferrovie, ecc...) già oggetto del DM 29/11/2000 relativo al risanamento, il monitoraggio è previsto a carico degli Enti Gestori, si adotterà una metodologia specifica per il monitoraggio sulle principali strade a valenza regionale.

Il DM 29/11/2000 inoltre dà la possibilità di integrare i dati acustici provenienti dagli Enti Gestori con quelli di provenienza del sistema informativo della rete regionale qui proposta.

Dal punto di vista metodologico i poli attrattori/generatori di traffico/rumore ricadono in una degli approcci descritti qui sopra; infatti nel caso delle aree urbane (sorgenti fisse) qualora il rumore derivi dall'attività svolta (impianti industriali, discoteche,...); di contro nel caso la sorgente di rumore sia il traffico indotto la metodologia proposta è identica a quella proposta per le aree prospicienti le infrastrutture dei trasporti.

5.5 Descrittori acustici

Nell'UE i cittadini esposti all'inquinamento acustico sono circa 100 milioni, con reazioni al rumore e conseguenti curve dose-effetto fortemente dipendenti dalle varie sorgenti. Di questi almeno 20 milioni soffrono di seri disturbi riconducibili all'esposizione al rumore. Ciò determina dei costi dovuti all'inquinamento acustico sostenuti da parte di autorità locali, Stati membri e Comunità, stimati tra 10 e 40 miliardi di euro ogni anno. Tra i fattori determinanti vanno citati il deprezzamento degli alloggi, le spese sanitarie, le ridotte possibilità di destinazione del territorio e le astensioni dal lavoro.

Il rumore ambientale, è l'emissione acustica generata dall'attività umana (traffico veicolare, ferroviario, aereo, attività produttiva, attività ricreative e attività edilizia)

Circa il 20% della popolazione UE vive in agglomerati urbani di grandi dimensioni (oltre 250.000 abitanti), le aree in prossimità di strade, ferrovie e aeroporti costituiscono un ulteriore 10-20 %, tenendo conto degli agglomerati più piccoli (oltre 100.000 abitanti) e delle aree in prossimità di strade, ferrovie e aeroporti con livelli acustici inferiori, il totale dei cittadini UE contemplati dalla mappatura acustica costituisce circa 50 % circa. (Licitra, 2003).

Tenuto conto dell'importanza ambientale e sanitaria dell'inquinamento acustico, considerato nel libro verde sulle politiche future in materia di inquinamento acustico, uno dei maggiori problemi ambientali in Europa, la Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio si propone di "fornire una base per sviluppare e completare l'attuale serie di misure comunitarie relative alle emissioni acustiche prodotte dalle principali sorgenti, con l'utilizzazione di descrittori e metodi di determinazione armonizzati e criteri per allineare la mappatura acustica".

I Descrittori acustici comunitari indicati nella Direttiva, sono il Livello equivalente giorno, sera, notte (Lden) per determinare il fastidio e il Livello equivalente notturno (Lnight) per determinare i disturbi del sonno.

Per la piena applicazione della direttiva dovrà essere reso obbligatorio, per gli Stati membri, l'elaborazione di metodi di determinazione comuni per i sopra citati descrittori.

La Direttiva consente anche agli stati membri di avvalersi di descrittori complementari per seguire o controllare particolari situazioni di emissione acustica.

La normativa italiana ha affrontato le differenti tipologie di rumore prevedendo specifici descrittori diversi da quelli indicati dalla Direttiva che vengono di seguito riassunti.

NORMATIVA	SORGENTI CONSIDERATE	INDICATORE
D.M.16.03.1998	Tutte	Leq(A)
	Tutte le sorgenti legate ad attività produttive commerciali o professionali non a ciclo continuo.	Livello differenziale
	Sorgenti che emettono rumore con caratteristiche impulsive	Leq(A)max impulse Leq(A)max slow
	Sorgenti che emettono rumore con presenza di componenti tonali	L fast min per bande normalizzate di 1/3 di ottava
	Rumore ferroviario	L AE Livello di Esposizione sonora
	Rumore stradale	Leq(A) diurno giornaliero e medio settimanale Leq(A) notturno giornaliero e medio settimanale
D.M.16.03.1998 D.M. 05.12.1997	Rumorosità prodotta da impianti tecnologici a funzionamento discontinuo siti in edifici di civile abitazione	Leq(A)max slow

Esiste inoltre un indicatore definito dallo stesso livello equivalente corretto, livello fittizio che tiene conto tramite dei fattori correttivi, addizionali, del particolare disturbo generato dal rumore che contenga componenti tonali o impulsive, e che permette di tenere conto, tramite un fattore correttivo sottrattivo, dell'eventuale durata temporale ridotta del rumore.

E' evidente che i soli indicatori suggeriti dalla Direttiva europea non permettono una corretta valutazione di tutte le sorgenti di rumore e vanno integrati con altri indici che in parte sono stati dettati dalla normativa italiana, ma talvolta vanno ricercate nelle norme tecniche in materia (ISO, UNI).

La rete di monitoraggio oggetto della presente progettazione, dovrà tenere conto della necessità di ottenere tutti gli indicatori citati, con la previsione dell'utilizzo di opportuna strumentazione.

6. Analisi dettagliata degli aspetti del progetto di rete

6.1 Caratteristiche degli strumenti di misura

Gli strumenti di misura devono soddisfare dei requisiti minimi del D.M 16 marzo 1998.

Gli aspetti legati al controllo, alla calibrazione ed alla taratura degli strumenti stessi costituiscono parte integrante nella scelta del tipo di strumentazione. In particolare il DM 16 marzo 1998 all'art. 2 comma 1 prevede che *“il sistema di misura deve essere scelto in modo da soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Le misure di livello dovranno essere effettuate direttamente con un fonometro conforme a questa classe. Nel caso di utilizzo di segnali registrati prima e dopo le misure deve essere registrato anche un segnale di calibrazione. La catena di registrazione deve avere una risposta in frequenza conforme a quella richiesta per la classe 1 dalla EN 60651/1994 ed una dinamica adeguata al fenomeno in esame. L'uso del registratore deve essere dichiarato nel rapporto di misura.”*

Art. 2, comma 2: *“ I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 610941/1994, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995. I calibratori devono essere conformi alle norme CEI 29-4.*

Comma 3: la strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, deve essere controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942; 1988. Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0,5 dB. In caso di utilizzo di un sistema di registrazione e di riproduzione, i segnali di calibrazione devono essere registrati.

Comma 4: Gli strumenti ed i sistemi di misura devono essere provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico deve essere eseguito presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273.

Appositi apparecchi detti *fonometri integratori* danno direttamente la misura del livello sonoro (m.l.s.) equivalente, inteso come quel livello che in un intervallo di tempo da 0 a T ha la stessa energia del livello variabile.

Le configurazioni di “stazione rilocabile” costituiscono anche una delle caratteristiche degli strumenti di misura. In questo caso si sottolinea la possibilità, ripresa più in avanti, di integrare la rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico con la rete di rilevamento del rumore, da studiare caso per caso (esempio di reti già esistenti, come quella della città di Siracusa e di Palermo).

Per quanto attiene alla strumentazione per il rilevamento in continuo, le caratteristiche possono essere desunte dal DM 16.03.98 relativamente ai parametri di misura.

I dati tecnici relativi alle strutture dei sistemi di rilevamento in continuo sono ben riassunti nelle linee guida emanate dal CTN AGF.

Le tecniche del rilevamento in continuo, soprattutto per l'analisi di particolari aree (assi stradali,

impianti industriali, ..) prevedono l'utilizzo di mezzi mobili che garantiscono una continuità elettrica piu' estesa e l'allocabilità di un maggior numero di accessori.

Analizzatore multicanale: e' opportuno dotare la rete di capacità di analizzare specifiche problematiche metrologiche, come analisi delle vibrazioni, analisi del potere di attenuazione di una barriera, analisi intensimetriche.

Per tali analisi devono essere utilizzati sistemi multicanali con specifici accessori le cui caratteristiche tecniche soddisfano singolarmente i criteri già su indicati.

Per quanto attiene ai sistemi previsionali il CTN AGF ha svolto una analisi comparativa dei vari modelli a disposizione in Europa come riportato nell'apposito capitolo.

Per integrare tale lavoro vanno analizzati i diversi pacchetti software disponibili sul mercato che sono stati riportati in tabella.

Tenuto conto delle caratteristiche simili di tali prodotti è bene precisare che è in generale opportuno prevedere prove comparative in "campo" in modo da testare l'effettiva compatibilità con la cartografia disponibile anche in termini di dimensioni massime di progetto analizzabili.

6.2 Cartografia di riferimento

I risultati delle campagne di monitoraggio, verranno rappresentati in elaborati grafici individuando i tematismi utili alla rappresentazione e conoscenza delle aree oggetto di indagine.

Gli elaborati finali contenenti la zonizzazione acustica sono rappresentati da cartografie del territorio comunale sulle quali è riportata la suddivisione nelle diverse classi acustiche.

Gli elaborati grafici saranno costituiti da mappe a scala diversa.

Dovrà essere usata la scala 1: 30.000 per avere una visione d'insieme di tutto il territorio comunale, urbanizzato e non, la scala 1: 10.000 per le parti urbanizzate del territorio comunale e la scala 1:5.000 o anche 1:2.000 dove occorra maggiore dettaglio di rappresentazione, come tipicamente nei centri urbani.

Allo stato attuale la cartografia digitale disponibile presso il Dipartimento di Urbanistica dell'Assessorato regionale Territorio e Ambiente è la seguente:

Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000;

Ortofoto digitali a colori scala 1:10.000

Al fine di completare la cartografia di riferimento che servirà come supporto per l'elaborazione di mappe acustiche comunali, l'ARPA Sicilia, in attesa che l'Assessorato Territorio e Ambiente acquisisca tutta la cartografia in scala 1:2000 prevista dal POR Sicilia 2000 – 2006, ha richiesto ai comuni con più di 50.000 abitanti, la cartografia digitale vettorializzata in scala 1:2.000 ovvero 1:5.000 dove non disponibile, del territorio comunale di competenza.

Mediante l'acquisizione di tali cartografie, l'ARPA Sicilia, potrà:

- pianificare le campagne di monitoraggio, georeferenziando le sorgenti e valutando

l'esposizione della popolazione;

- utilizzare i modelli di simulazione in ambiente urbano ed extraurbano;
- prevedere e verificare le azioni di risanamento acustico tramite modellistica;
- informare la popolazione sui livelli di rumore mediante l'elaborazione di mappe;

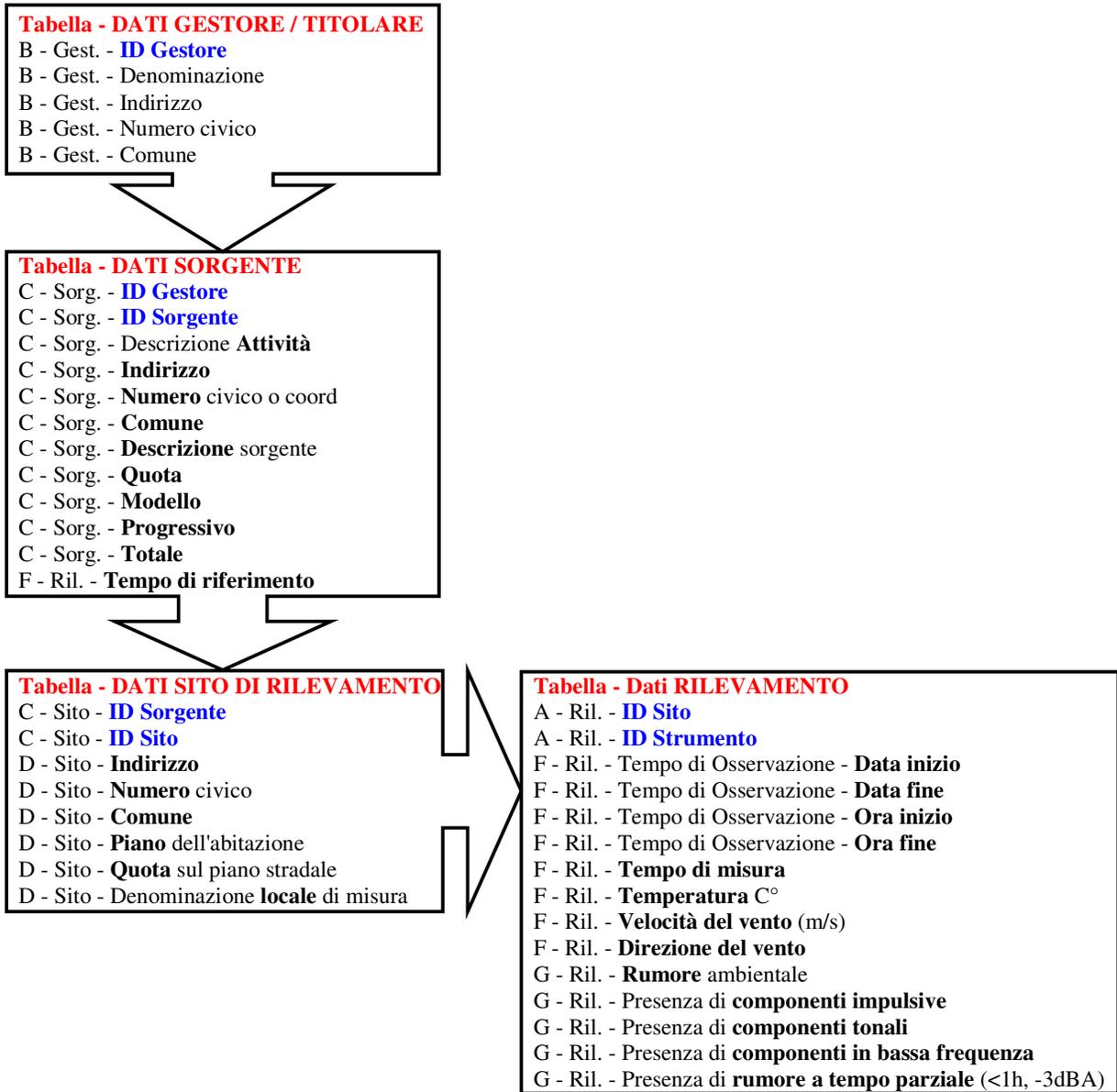
Si elencano di seguito gli elaborati cartografici di riferimento che rispondono alle esigenze di rappresentazione dei dati acquisiti.

- Ø la veduta d'insieme dell'intero territorio comunale;
- Ø la ortofotocarta del territorio urbanizzato in scala 1:5.000;
- Ø la classificazione acustica comunale dell'intero territorio in scala 1:30.000;
- Ø la classificazione acustica comunale del territorio urbanizzato in scala 1:10.000;
- Ø le postazioni di misura dell'intero territorio comunale su carta in scala 1:30.000;
- Ø le fasce di pertinenza dell'infrastruttura ferroviaria insieme alle postazioni di misura del territorio urbanizzato su carta in scala 1:10.000;
- Ø la caratterizzazione acustica dell'intero territorio comunale in scala 1:30000;
- Ø la caratterizzazione acustica comunale del territorio urbanizzato in scala 1:10000;
- Ø la mappa di contrasto dell'intero territorio comunale in scala 1:30.000;
- Ø la mappa di contrasto del territorio urbanizzato in scala 1:10.000.

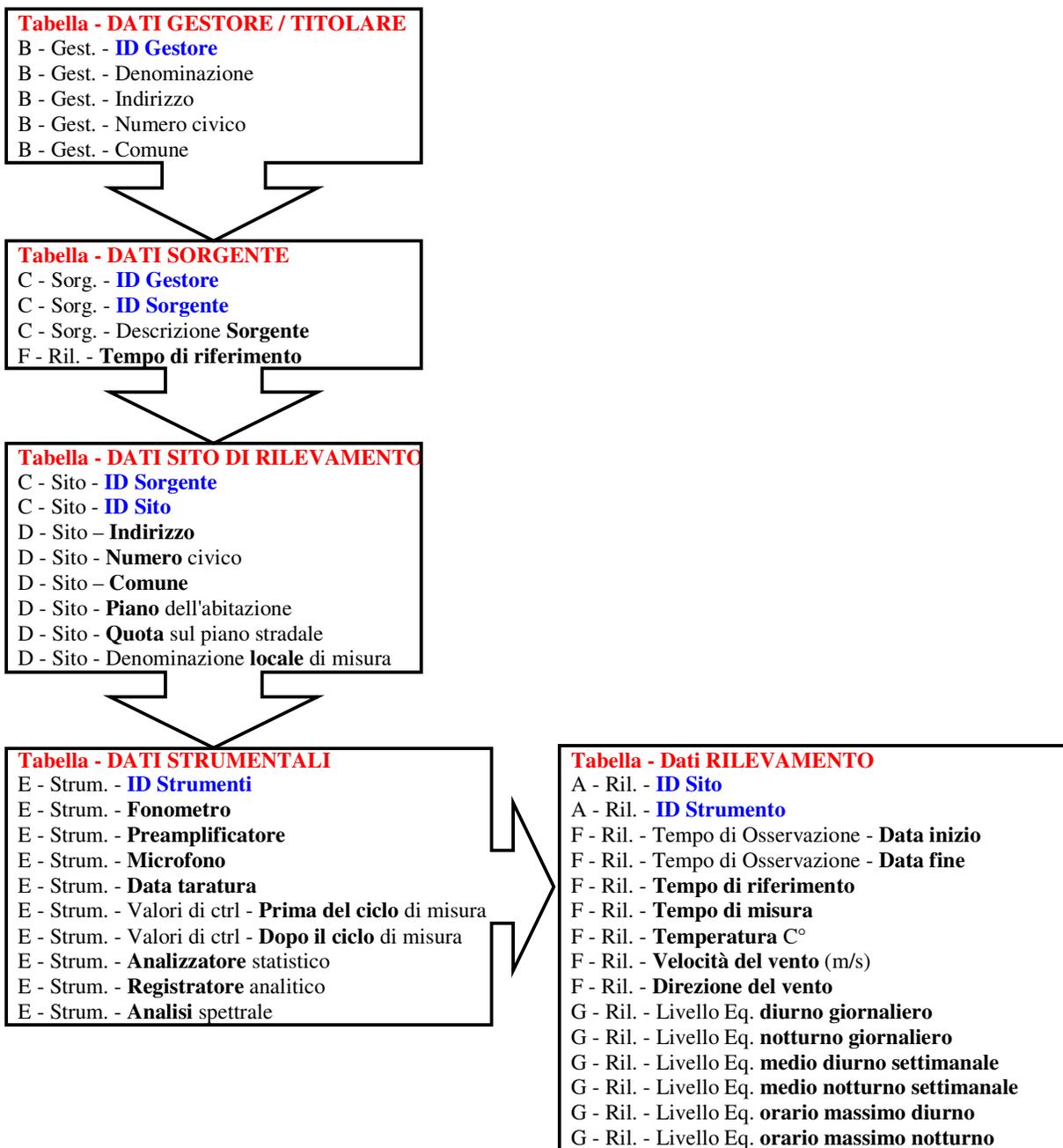
6.3 Accesso, popolamento e organizzazione delle basi dati

Si analizzano le caratteristiche e la struttura del database che verrà differenziato per tipologia di rilevamento (puntuale, continuo da traffico veicolare, continuo da traffico ferroviario, continuo da traffico aeroportuale) .

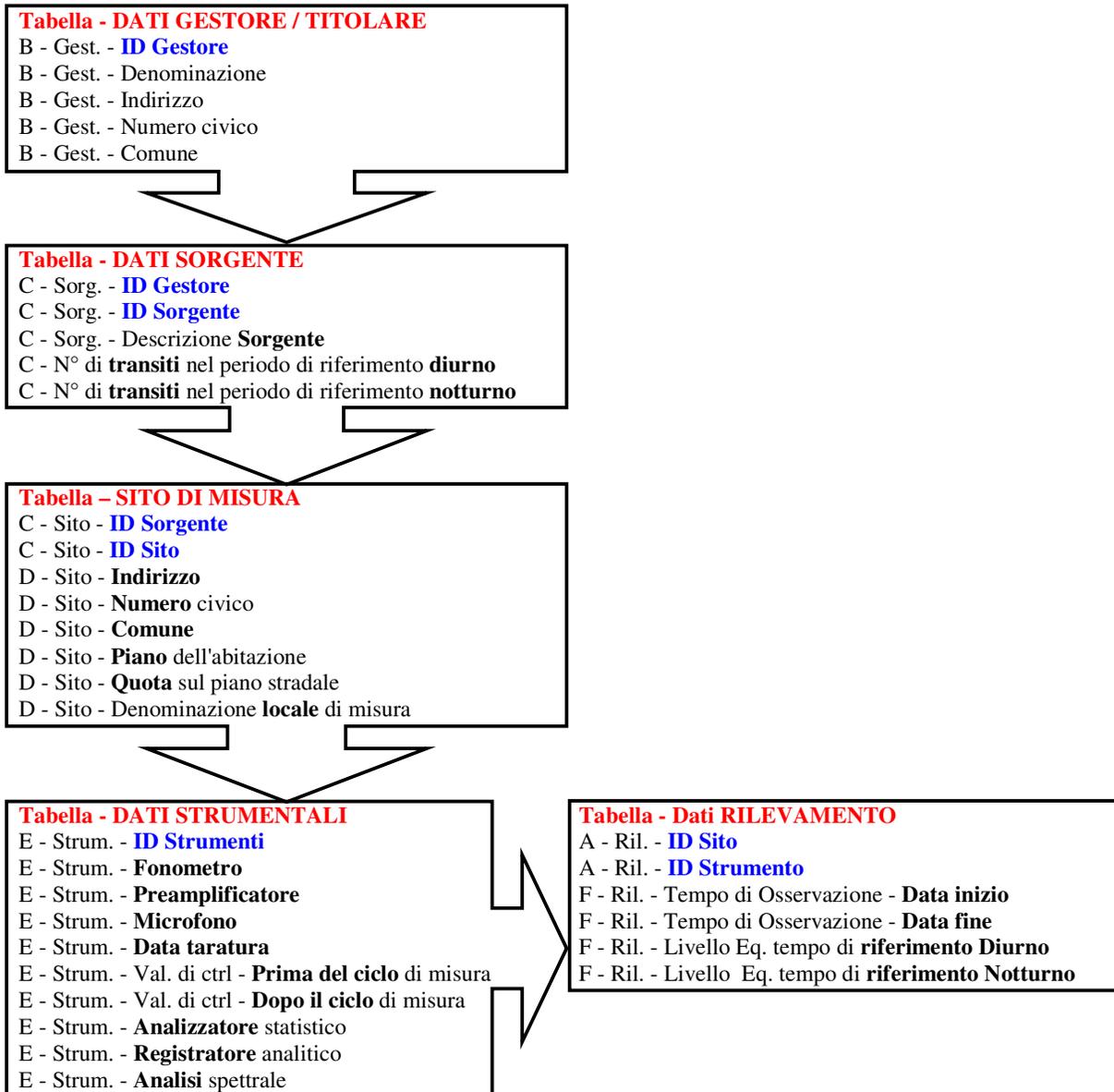
Rilevamento puntuale in ambiente abitativo o esterno



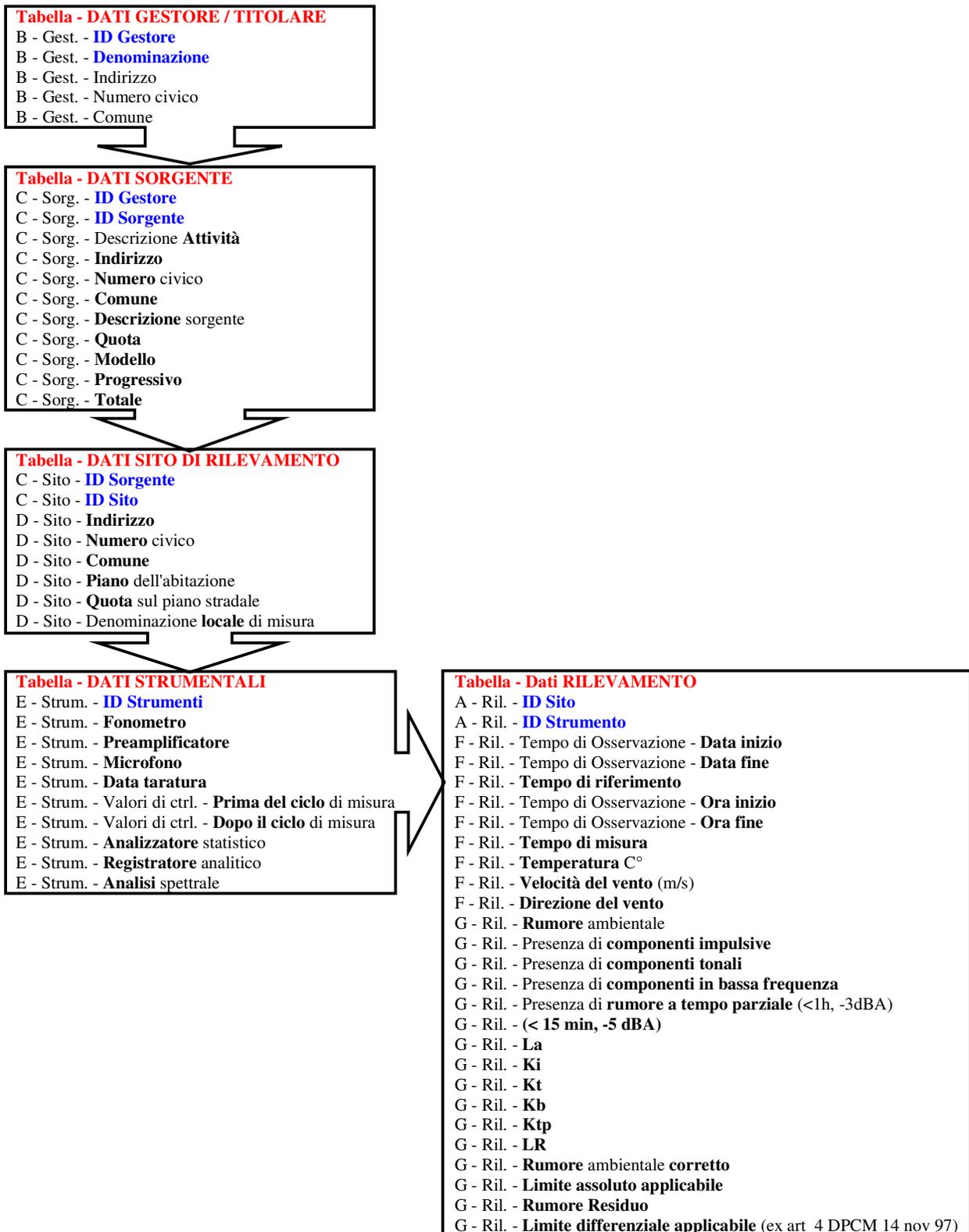
Rilevamento in continuo da traffico stradale.



Rilevamento in continuo da traffico ferroviario



Rilevamento in continuo da traffico aereoportuale



Struttura del Data-Base.

Quale piattaforma per l'archivio si è adottato il pacchetto applicativo Access[®] di Windows[®] per via dell'estrema diffusione di questo software.

La scelta operativa della struttura è stata dettata dall'opportunità di evitare la ridondanza di dati che possono risultare comuni per più sorgenti (Gestore), per più siti (Sorgenti) e per lo stesso sito (più rilevamenti). A tal fine sono state previste n° 5 tabelle che sono tra loro collegate con relazioni in regime di integrità referenziale.

Per permettere la fruibilità e la crescita del Data-Base è stato costituito, contestualmente, un archivio dei gestori degli impianti sorgente di rumore (Tabella 1 "**Gestore**") a cui è collegato l'archivio delle sorgenti di rumore (Tabella 2 "**Sorgente**").

In quest'ultima tabella è stato previsto un campo "**Quota**" dove sarà inserita l'altezza dal suolo (quindi la quota non assoluta ma riferita al piano stradale) della sorgente. Questo dato, relazionato ai valori "**Quota**" e "**Distanza**" della tabella relativa ai dati del sito di misura (Tabella 3 - "**Sito**") forniranno la posizione dello strumento di misura rispetto alla sorgente.

Altri dati che potrebbero risultare ridondanti sono quelli relativi alla strumentazione utilizzata, che dovrebbe essere riportata in ogni rilevamento. Per evitare ciò è stata inserita una tabella (Tabella 4 - "**Strumenti**") Dove si memorizzerà la composizione strumentale di volta in volta utilizzata.

Nella tabella relativa ai dati dei rilevamenti effettuati sono stati inseriti i campi "**Velocità del vento**" e "**Direzione del vento**" per tenere in debita considerazione l'eventuale smorzamento dell'emissione sonora dovuta alla presenza di vento contrario (migliore condizione per il sito di misura), trasversale e diretto (peggiore condizione per il sito di misura). Ovviamente per la direzione del vento bisognerà considerare il sito di misura come centro del quadrante e la sorgente come Nord.

N.B. Nell'attuale fase di sviluppo del data-base è possibile l'inserimento (manuale) di dati che si riferiscano ai soli rilevamenti "puntuali" e non ai rilevamenti "in continuo".

6.4 Flusso dei dati e popolamento del SIRA

In particolare si propone uno schema del modello di flusso dei dati, a partire dal modulo proprio a livello di nodo, fino al modulo comune del SIRA e alla Base Dati Nazionale del SINA. Dato che ad oggi non esiste nessuna banca dati standardizzata che fa da base al SINAnet, e che il modulo comune del SIRA è in via di sviluppo e completamento, si propone di raccogliere i dati secondo lo schema di database riportato nel paragrafo 6.3 che si propone come un futuro modello comune a livello regionale e nazionale.

6.5 Modellistica

Lo scopo principale dei modelli previsionali consiste nel potere effettuare la previsione di situazioni non esistenti o degli effetti di strategie di riduzione del rumore.

Al fine di raggiungere tali obiettivi è necessario che il modello del sistema sia il più possibile

fedele alla situazione reale, è altrettanto importante, ai fini dell'applicazione delle leggi vigenti, che esso sia in qualche misura "normalizzato", ossia basato su algoritmi di provata validità e testati attraverso vari confronti.

Molti Paesi, proprio allo scopo di ridurre i margini di incertezza (a volte anche consistenti) legati all'applicazione di algoritmi diversi e talvolta non sufficientemente validati, hanno messo a punto norme tecniche o linee guida che stabiliscono le regole matematiche fondamentali di un modello.

Oltre a ciò, per ridurre ulteriormente i possibili "difetti" di implementazione software di tali linee guida, alcuni Paesi hanno messo a punto da tempo dei test ufficiali a cui possono sottoporsi tali software per una validazione.

Analizzando la letteratura sulla materia a livello europeo si evince la presenza di diversi modelli e metodologie di approccio alla problematica della modellizzazione e previsione del rumore. I principali modelli teorici disponibili sono il CRTN, RLS 90, ISO 9613, CNR e NMPB 96 che rappresentano anche lo Standard nazionale adottato rispettivamente in Inghilterra, in Germania e in Francia.

E' utile analizzare le principali caratteristiche di tali modelli rimandando per una più completa disamina degli stessi al lavoro svolto dal CTN AGF in materia citato in bibliografia che costituisce la principale fonte di informazione del presente capitolo.

E' importante comunque ricordare che in atto la comunità europea ha intrapreso, tramite il programma Harmonoise, un'azione di semplificazione e standardizzazione anche in tale materia.

6.5.1 Standard di riferimento

I principali modelli attualmente disponibili per quanto le varie sorgenti di rumore sono elencati nella tabella seguente

Paese	Modello (anno di pubb.)	Caratteristiche
Internazionale	ISO 9613 (1995)	Modello di propagazione acustica nell'ambiente esterno
Francia	NMPB-Routes (1996)	Modello dedicato esclusivamente al traffico stradale, evoluzione del metodo pubblicato nel 1980 (Guide de Bruit) e della ISO 9613. Fa riferimento alle richieste della legislazione francese in materia di impatto acustico delle nuove strade
Germania	DIN 18005 (1987)	Modello per il trattamento del rumore in ambito urbano (sono considerate sorgenti puntiformi generiche e lineari generiche, sorgenti di traffico stradale e ferroviario, sorgenti superficiali, parcheggi)
Germania	RLS 90 (1990)	Modello dedicato esclusivamente alla modellizzazione del traffico stradale e dei parcheggi (il titolo è "linee guida per la protezione dal rumore in prossimità di strade")
Germania	VDI 2714 (1988)	Modello dedicato alla modellizzazione della propagazione sonora all'aperto (solitamente viene utilizzata in accoppiamento con la VDI 2571 (emissioni sonore di edifici industriali - 1976) e VDI 2720 (riduzione sonora dovuta a barriere - 1991)
Austria	RVS 3.02 (1996)	Modello dedicato esclusivamente alla modellizzazione del traffico stradale
Regno Unito	CRTN 88	Modello dedicato esclusivamente alla modellizzazione del traffico stradale, con riferimento alla legislazione inglese in materia di impatto acustico delle nuove strade (Noise Insulation Regulation). E' l'evoluzione di un precedente modello del 1975.

Tabella 6.5.1 Modelli internazionale per la propagazione del rumore da traffico stradale

Norma ISO 9613

La norma internazionale ISO 9613 è dedicata alla modellizzazione della propagazione acustica nell'ambiente esterno, ma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore (traffico, rumore industriale...), anche se è invece esplicita nel dichiarare che non si applica al rumore aereo (durante il volo dei velivoli) e al rumore generato da esplosioni di vario tipo.

E' dunque una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato "A" in condizioni meteorologiche "favorevoli alla propagazione del suono"; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti "sul lungo periodo" tramite una correzione forfaitaria.

La prima parte della norma (ISO 9613-1:1993) tratta esclusivamente il problema del calcolo dell'assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte (ISO 9613-2:1996) tratta in modo complessivo il calcolo dell'attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

- ◇ La divergenza geometrica;
- ◇ L'assorbimento atmosferico;
- ◇ L'effetto del terreno;
- ◇ Le riflessioni da parte di superfici di vario genere;
- ◇ L'effetto schermante di ostacoli;
- ◇ L'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali).

L'equazione che secondo la norma ISO permette di determinare il livello sonoro LAT(DW) in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$\mathbf{LAT(DW) = Lw + Dc - A}$$

dove Lw è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme, Dc è la correzione per la direttività della sorgente e A l'attenuazione dovuti ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

$$\mathbf{A = Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc}$$

con Adiv attenuazione per la divergenza geometrica, Aatm attenuazione per l'assorbimento atmosferico, Agr l'attenuazione per effetto del terreno, Abar l'attenuazione di barriere, Amisc l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti.

La condizione di propagazione ottimale, corrispondente alle condizioni di "sottovento" e/o di moderata inversione termica (tipica del periodo notturno), è definita dalla ISO 1996-2 nel modo seguente:

Direzione del vento compresa entro un angolo di $\pm 45^\circ$ rispetto alla direzione individuata dalla retta che congiunge il centro della sorgente sonora dominante alla regione dove è situato il ricevitore, con il vento che spirava dalla sorgente verso il ricevitore;

Velocità del vento compresa fra 1 e 5 m/s, misurata ad una altezza dal suolo compresa fra 3 e 11 m.

Allo scopo di calcolare un valore medio di lungo periodo LAT(LT), la norma ISO 961 3 propone di utilizzare la seguente relazione:

$$\text{LAT(LT)} = \text{LAT(DW)} - \text{Cmet}$$

dove Cmet è una correzione di tipo meteorologico derivante da equazioni approssimate che richiedono una conoscenza elementare della situazione locale.

$$\text{Cmet} = 0 \text{ per } dp < 10 \text{ (hs + hr)}$$

$$\text{Cmet} = C0 [1 - 10(\text{hs} + \text{hr})/dp] \text{ per } dp > 10 \text{ (hs + hp)}$$

dove hs è l'altezza della sorgente dominante, hr è l'altezza del ricevitore e dp la proiezione della distanza fra sorgente e ricevitore sul piano orizzontale.

C0 è una correzione che dipende dalla situazione meteo locale e può variare in una gamma limitata (0 - 5 dB): la ISO consiglia che debba essere un parametro determinato dall'autorità locale.

Per quanto riguarda le attenuazioni aggiuntive dovute alla presenza di vegetazione, di siti industriali o di gruppi di case, la ISO 9613 propone alcune relazioni empiriche per il calcolo, che pur avendo una limitata validità possono essere utili in casi particolari.

Un argomento molto più importante è la possibilità di determinare una incertezza associata alla previsione: a questo proposito la ISO ipotizza che, in condizioni favorevoli di propagazione (sottovento, DW) e tralasciando l'incertezza con cui si può determinare la potenza sonora della sorgente sonora, nonché problemi di riflessioni o schermature, l'accuratezza associabile alla previsione di livelli sonori globali sia quella presentata nella Tabella sottostante.

Altezza media di ricevitore e sorgente [m]	Distanza [m] 0 < d < 100	Distanza [m] 100 < d < 1000
0 < h < 5	± 3 dB	± 3 dB
5 < h < 30	± 1 dB	± 3 dB

Tabella 6.5.1 Incertezze di misura riguardo la ISO 9613

Naturalmente, la corrispondente accuratezza associabile su misure sul lungo periodo può essere molto maggiore.

Modello NMPB – Routes 96

Si tratta del “*Nouvelle Methode de Prevision de Bruit*” messo a punto da alcuni noti Istituti francesi costituenti i Servizi Tecnici del *Ministère de l'Équipement* (CSTB, SETRA, LCPC, LRPC). Il metodo è rivolto esclusivamente alla modellizzazione del rumore da traffico stradale, ed è nato come evoluzione di un metodo risalente agli anni '80 (esposto nella “*Guide de Bruit*” del 1980) e proposto

ufficialmente per essere di ausilio agli Enti pubblici ed agli studi professionali privati nelle attività di previsione riguardanti il rumore.

Tale evoluzione è stata necessaria in quanto un decreto del 1995 aveva richiesto espressamente che “nelle valutazioni e previsioni di livelli sonori a lunga distanza, cioè superiori a 250 m, deve essere presa in considerazione l’influenza delle condizioni meteo sulla propagazione del rumore.” (*arrêté* 5/5/95, art. 6).

Poiché le linee guida del 1980 non tenevano in conto gli effetti della propagazione a distanza, e anche al fine di recepire le novità proposte nel frattempo dalla ISO 9613, è stato pubblicato nel 1996 il “*Nouvelle Methode*”.

Le caratteristiche salienti del NMPB sono sicuramente:

la possibilità di modellizzare il traffico stradale con dettagli relativi al numero di corsie, flussi di traffico, caratteristiche dei veicoli, profilo trasversale delle strade, altezza delle sorgenti, etc.;

l’attenzione rivolta alla propagazione su lunga distanza;

la definizione di due diverse condizioni meteorologiche standard, definite come “condizioni favorevoli alla propagazione” e “condizioni acusticamente omogenee”, allo scopo di arrivare ad una definizione di previsione dei livelli sonori sul lungo periodo.

L’evoluzione rispetto alla precedente *Guide de Bruit* è notevole: si passa da una modellizzazione basata su abachi ad una vera caratterizzazione del traffico stradale considerato nella sua complessità e inserito in un contesto spazio-temporale adeguato alla rappresentazione del disturbo.

La relazione finale utilizzata per calcolare il livello di potenza acustica di una sorgente puntiforme LA_{Wi} rappresentante un tratto omogeneo di strada è dunque:

$$LA_{wi} = [(EVL + 10 \log QVL) + (EPL + 10 \log QPL)] + 20 + 10 \log(Li) + R(j)$$

dove EVL ed EPL sono i livelli di emissione calcolati con l’abaco del C.ET.UR. per i veicoli leggeri e pesanti, QVL e QPL i corrispondenti flussi orari, Li è la lunghezza in metri del tratto di strada omogeneo ed R(j) il valore dello spettro di rumore stradale normalizzato tratto dalla EN 1793-3.

Per modellizzare completamente il traffico stradale occorre quindi introdurre le seguenti informazioni:

- ◇ Flusso orario di veicoli leggeri e veicoli pesanti;
- ◇ Velocità dei veicoli leggeri e pesanti;
- ◇ Tipo di traffico (continuo, pulsato, accelerato, decelerato);
- ◇ Numero di carreggiate;
- ◇ Distanza del centro della carreggiata dal centro strada;
- ◇ Profilo della sezione stradale.

La *Guide de Bruit* del 1980 definiva il problema della propagazione in termini di livello globale in dBA.

Il nuovo modello proposto dalla NMPB tiene invece conto del comportamento della propagazione al variare della frequenza a causa dell’effetto fondamentale che tale parametro assume in

relazione alla propagazione a distanza: ciò viene realizzato facendo uso di uno spettro normalizzato del traffico stradale proposto in sede normativa dal CEN attraverso la norma EN 1793-3(1995).

Il criterio di distanza adottato per la suddivisione della sorgente lineare in sorgenti puntiformi è classico:

$$L = 0.5 d$$

dove L è la lunghezza del tratto omogeneo di strada e d la distanza fra sorgente e ricevitore.

Il suolo, da cui si ricava la componente di attenuazione relativa all'assorbimento del terreno, viene modellizzato assumendo che il coefficiente G (adimensionale, definito dalla ISO 9613) possa valere 0 (assorbimento nullo, suoli compatti, asfalto) oppure 1 (assorbimento totale, suoli porosi, erbosi). In realtà, poiché tale coefficiente può variare in modo continuo fra 0 e 1, è possibile assegnare un valore G tragitto calcolabile secondo un metodo dettagliato che permette di ottenere un valore medio che tiene anche conto delle condizioni di propagazione.

Per quanto riguarda l'aspetto delle condizioni meteorologiche, è giusto riconoscere che già la ISO 9613 permetteva il calcolo in condizioni "favorevoli alla propagazione del rumore", proponendo una correzione forfaitaria per ricondursi ad una situazione di lungo periodo.

Tali condizioni, tuttavia, non rappresentano che una delle condizioni meteo osservabili su un sito, e dunque le nuove linee guida francesi hanno cercato di migliorare il metodo ricercando due condizioni meteo "tipo": "condizioni favorevoli alla propagazione" (corrispondenti a quelle della norma ISO) e "condizioni atmosferiche omogenee" (corrispondenti ai metodi di calcolo utilizzati precedentemente in Francia).

Il risultato finale della previsione a lungo termine (Li,LT) è ottenuto sommando i contributi derivanti dalle due condizioni "tipo", ovviamente ponderati secondo le percentuali di effettiva presenza sul sito considerato.

$$Li,LT = 10 \log [\pi \cdot 10^{LiF/10} + (1-\pi) \cdot 10^{LiH/10}]$$

dove LiF è il livello globale calcolato in presenza di condizioni favorevoli alla propagazione per una percentuale π di presenze annuali, mentre LiH è l'analogo livello calcolato per condizioni omogenee.

E' importante osservare che lo scopo di tale metodo non è, dunque, quello di descrivere tutte le situazioni meteo osservabili in un particolare sito, ma di approssimarle, rappresentandole con due tipi di situazioni atmosferiche convenzionali.

La ISO 9613 suppone che i livelli sonori in condizioni non favorevoli alla propagazione siano trascurabili, laddove la NMPB cerca di individuare una situazione "media", che tenga effettivamente conto del disturbo verso l'individuo sul lungo periodo.

E' importante ricordare che l'attenzione posta alle condizioni meteo è dovuta alla consapevolezza di una influenza assolutamente determinante di tali condizioni nella propagazione a distanza.

Modello CRTN

Il modello CRTN sviluppato in Gran Bretagna nel 1975 e rivisto nel 1988 dal “Transport and Road Research Laboratory and the Department of Transport” consente di calcolare il livello sonoro, espresso come L10 orario.

Le ipotesi alla base del modello assumono come condizioni normali una velocità del vento moderata ed una superficie stradale asciutta.

La procedura di calcolo del modello si articola in 5 fasi:

1. suddivisione del sistema di strade in segmenti più piccoli, nei quali la variazione di livello sonoro è maggiore di 2 dB;
2. calcolo del livello base sonoro, alla distanza di 10 m dalla semicarreggiata più vicina al punto di misura per ogni segmento individuato, in funzione della velocità, del flusso e della composizione del traffico. Il traffico viene considerato come una sorgente lineare posta a 0.5 m dalla superficie stradale e a 3.5 m dal bordo della carreggiata;
3. stima del Livello Sonoro per ogni segmento tenendo conto dell’attenuazione dovuta alla distanza e alla presenza di barriere tra sorgente e punto di ricezione;
4. correzione del L.S. per effetto di: presenza di riflessioni da edifici o barriere dall’altro lato della strada e di schermi riflettenti dietro il punto di ricezione; . dimensioni della linea di sorgente (angolo di vista);
5. combinazione di tutti i contributi dell’intero schema stradale per ottenere la previsione del L.S. nel punto di ricezione.

Per i livelli di emissione al variare della tipologia e delle caratteristiche del traffico, per ogni correzione descritta da apportare, per il calcolo dell’attenuazione delle barriere e per quant’altro necessario alla corretta valutazione del livello sonoro al recettore si rimanda alle specifiche relazioni presenti nel metodo di calcolo, che pur essendo basate su campagne di misura svolte in Gran Bretagna sono state verificate in alcuni siti italiani, con un ottimo riscontro delle previsioni.

Modello C.N.R.

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche Italiano (CNR) ha elaborato un modello matematico che rappresenta un perfezionamento di una metodologia analoga già sperimentata in Germania e adattata alla situazione italiana.

Esso non rappresenta di per se lo standard italiano, ma costituisce comunque un riferimento per il nostro territorio, dato che attualmente in Italia non esiste ancora uno standard riconosciuto ufficialmente come tale.

E’ possibile ipotizzare una relazione tra il livello medio energetico e i parametri del traffico urbano del tipo seguente:

$$L_{Aeq} = \alpha + 10 \log(N_L + \beta N_w) + 10 \log\left(\frac{d_0}{d}\right) + \Delta L_V + \Delta L_F + \Delta L_B + \Delta L_S + \Delta L_G + \Delta L_{VB}$$

ipotizzando il traffico come una sorgente di rumore lineare concentrata sulla mezzzeria della strada.

Nella formula:

- NL è il numero dei veicoli leggeri per ora;
- NW è il numero dei veicoli pesanti per ora;
- d_0 è uguale a 25 m ed è la distanza di riferimento, ossia la distanza alla quale viene calcolato il valore dell' L_{Aeq} qualora siano assenti edifici fronti stanti il punto di misura;
- LV è la correzione per la velocità;
- LF, ..LB sono le correzioni per le riflessioni dovute rispettivamente alla parete retrostante (+ 2.5 dB(A)), e sul lato opposto (+ 1.5 dB(A));
- LS è la correzione per le tipologie di manto stradale;
- LG è la correzione per la pendenza della strada;
- LVB è la correzione per la presenza di semafori o velocità bassa.

Questa correzione risulta molto significativa nelle strade a basso traffico, dove il numero di veicoli ridotto può essere tale causa della presenza di un semaforo, che induce i veicoli a rallentare, o semplicemente a causa della bassa velocità degli stessi.

Tutti i suddetti parametri hanno validità generale per tutti i paesi in quanto sono legati solo a grandezze di tipo fisico o urbanistico e quindi oggettivamente misurabili.

I coefficienti α e β invece variano da paese a paese dipendendo dalle condizioni e dalle caratteristiche dei singoli veicoli.

In particolare α è correlato al livello di rumore medio prodotto dal singolo veicolo isolato e β è un coefficiente di ponderazione che tiene conto del più elevato livello di rumore dei veicoli pesanti.

6.5.2 Sorgente immagine e Ray Tracing

E' una tecnica di modellizzazione largamente in uso anche nelle implementazioni puramente grafiche.

Una volta individuata la posizione di una sorgente immagine, si calcola il contributo al campo sonoro nel punto ricevente considerando la stessa come sorgente in campo libero alla distanza effettiva fra sorgente immagine e ricevitore, con potenza sonora ridotta per effetto dell'assorbimento di energia da parte delle pareti su cui l'onda ha impattato, ed impiegando dunque la relazione seguente:

La costruzione può essere iterata fino ad ordini molto elevati, ma procedendo in tal modo il numero di sorgenti immagine create cresce a dismisura. Se si considera ad esempio una semplice stanza parallelepipedica, si osserva come il numero di sorgenti immagine del primo ordine sia pari a 6, quelle del 2° ordine sono 30, quelle del 3° ordine 150, quelle del 4° ordine 450, e via così in progressione geometrica.

In un ambiente chiuso di forma parallelepipedica la generazione delle coordinate delle sorgenti immagine è pressoché automatica, e si è sicuri che esse sono sempre sicuramente "viste" da tutti i ricevitori. Pertanto in questa geometria particolarmente semplice il metodo è molto efficace, ed è

possibile generare iterativamente sorgenti di ordine molto elevato, arrivando a descrivere correttamente buona parte della coda riverberante costituita dall'arrivo di tutte le onde riflesse.

Quando viceversa la geometria è più complicata, è necessario operare un test divisibilità fra ciascuna sorgente immagine e ciascun ricevitore, per essere sicuri che il raggio riflesso colpisca il piano di ciascuna parete interessata dalle riflessioni in un punto interno all'elemento di superficie stesso. Si scopre che in tal caso, pur venendo generate centinaia di migliaia di sorgenti immagine (il numero è impressionante in ambienti di forma molto irregolare), solo una piccolissima percentuale delle stesse supera i test di visibilità e tutte le altre non contribuiscono al campo sonoro nel ricevitore considerato.

Poiché il calcolo comprende ora numerosi, complicati controlli, e gli stessi vanno ripetuti per ciascun ricevitore, l'elaborazione diviene molto lenta, ed è solitamente impossibile generare sorgenti immagine di ordine superiore al 4° o 5°:

Ciò chiaramente è del tutto insufficiente alla previsione dell'intera coda sonora, e pertanto la parte mancante di essa deve venire in qualche modo ricostruita, ad esempio ricorrendo ancora una volta alla teoria statistica del campo diffuso.

Alcuni modelli in commercio sono in grado di operare con questa tecnica ibrida, effettuando però il calcolo per un singolo punto ricevente con riflessioni fino al 3° ordine, e dunque senza la possibilità di effettuare mappature del livello sonoro.

Già con sorgenti immagine limitate al 3° ordine, il calcolo richiede alcuni minuti per ambienti molto complessi e con numerose sorgenti.

I problemi sorgono nei tentativi di applicazione in tessuti urbani particolarmente complessi, per la valutazione dell'effetto di rivestimenti terminali di gallerie o coperture di strade con setti fonoassorbenti tipo baffles.

I tempi di elaborazione possono essere elevati in ragione della complessità e della dimensione del progetto e possono anche essere di 2-3 giorni nel caso di ambienti molto riverberanti.

A tutti i software che hanno implementato uno o più modelli si richiede comunque una serie di caratteristiche di livello superiore elencate di seguito:

- restituzione dei valori previsionali sotto forma grafica e numerica;
- calcolo dei valori previsionali sia su sezioni verticali che in planimetria a differenti altezze;
- calcolo del livello previsionale in specifici recettori e calcolo del contributo delle diversi sorgenti allo stesso livello;
- utilizzabilità delle più diffuse cartografie;
- possibilità di sistemi cad implementati in modo da sopperire ad eventuali carenze cartografiche;
- adattabilità del software e implementazione di più modelli;
- dimensione massima del progetto in termini di numero massimo di oggetti elaborabili;
- facilità di definizione delle caratteristiche delle sorgenti e degli elementi architettonici;
- validazione del software tramite studi scientifici e campagne specifiche condotte da Enti universitari

e pubblici;

- capacità di calcolo ed ottimizzazione di barriere acustiche;
- esportabilità dei risultati nei formati dei più diffusi software di calcolo elettronico e grafica;

Si elencano in tabella seguente i principali software disponibili commercialmente e le caratteristiche più rilevanti

Nome Software	Società distributrice	Standard per previsione rumore industriale	Standard per il rumore da traffico veicolare	Standard per il rumore ferroviario	Standard per il rumore aeroportuale
CadnaA	Datakustik	ISO 9613 OAL 28 VDI Guidelines 2714/2720 DIN 18005 Nordic Prediction Method	RLS-90 DIN 18005 CRTN NMPB-Routes-96 Nordic Prediction Method RVS 3.02 STL 86	Schall03 DIN 18005 CRN Nordic Prediction Method Onorm S5011 Semibel	Guideline for the calculation of noise protection Zones (AzB) LAI-Guideline for Airports ECAC.CEAC Doc. 29
IMMI	Microbel	ISO 9613 OAL 28 (A) BS 5228	NMPB RLS 90 CRTN Stl-86 RVS 3.114	SRMII Schall03 Schall Transrapid CRN S5011	Azb AzB-L
LIMA		VDI 2714 / 2720 / 2571, DIN 18005, ISO 9613-2, DIN 18005, ÖAL 28	RLS 90, DIN 18005, RVS 3.02, NMPB, CRTN	SCHALL 03, DIN 18005, AKUSTIK 04, TRANSPRapid, ÖAL 30, CRN, RLM2, RLM2/ISO	AzB
Mithra		ISO 9613	NMPB	CRTN	NO
Sound Plan		OAL28 VDI 2714 VDI 2720 ISO 9613 SGp	OAL 23/RVS UK RLS90, DIN 18005 Nordic Prediction Method SRTN SM USA FHM	OAL 28/30 DIN 18005 UK CRTN SKR 130 SRT 524	AzB/DIN 45463

Tutti i software indicati presentano caratteristiche rispondenti alle indicazioni di carattere generale elencati in precedenza differenziandosi per la modularità di accesso alle diverse tipologie di elaborazione sia della cartografia che della progettazione.

Ci sono inoltre parziali differenze tra i differenti software sul limite massimo degli oggetti, sorgenti o recettori trattabili in un singolo progetto in quanto alcune ditte preferiscono adottare la politica di offrire diverse versioni del programma prodotto che possono trattare progetti di dimensioni diverse.

Un'ulteriore differenza evidente è che uno di tali software non permette di effettuare valutazioni del rumore aeroportuale.

L'affidabilità di tutti i prodotti indicati è confermata dall'ampia bibliografia tecnica e scientifica

disponibile.

Sono di seguito elencate alcune immagini elaborate dall'ARPA Toscana, nelle quali vengono simulati i livelli prima dell'intervento di bonifica acustica e quelli successivi all'intervento.

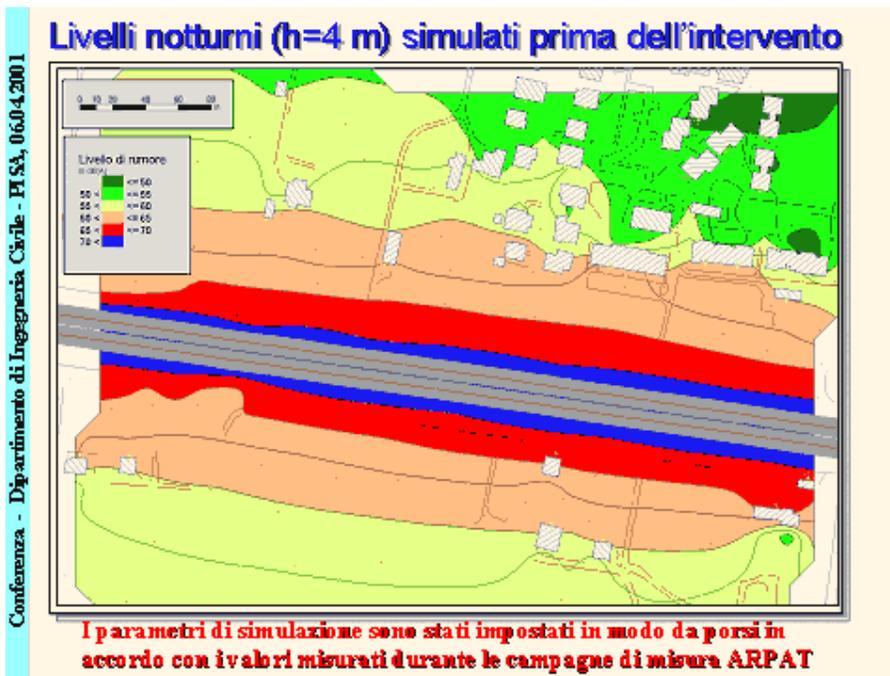


Figura 6.5.1

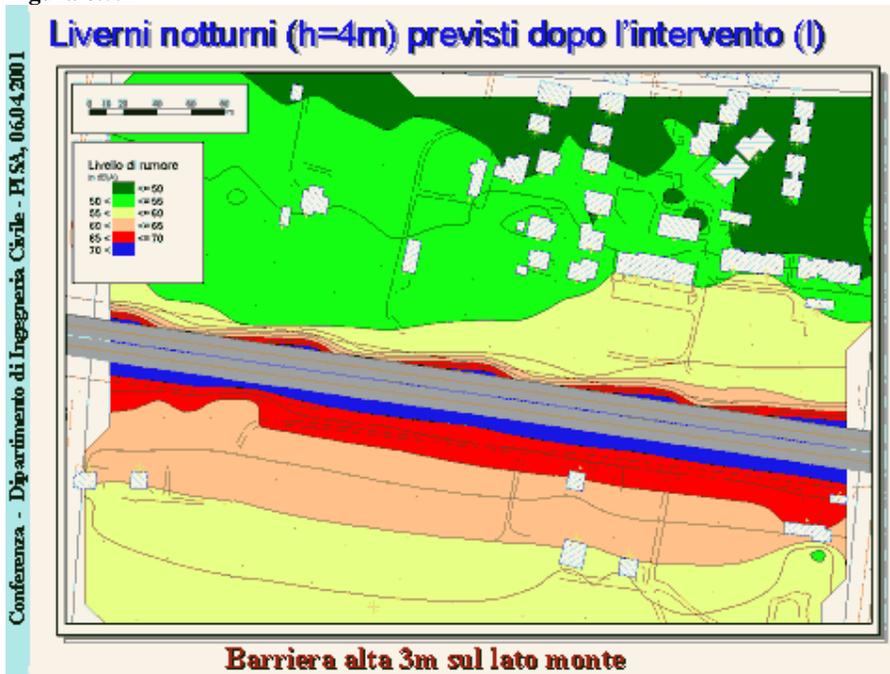


Figura 6.5.2

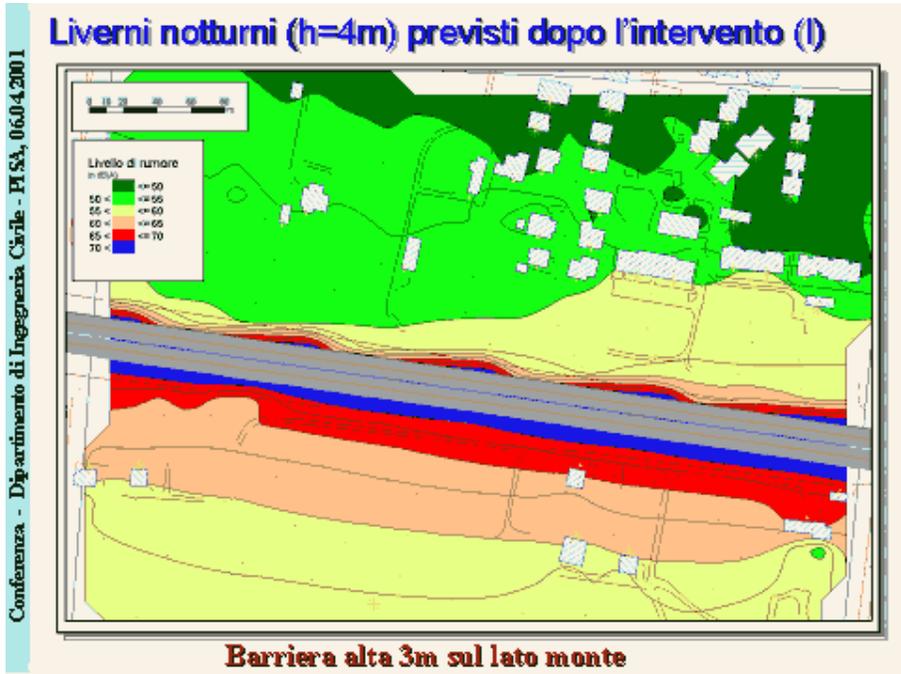


Figura 6.5.3

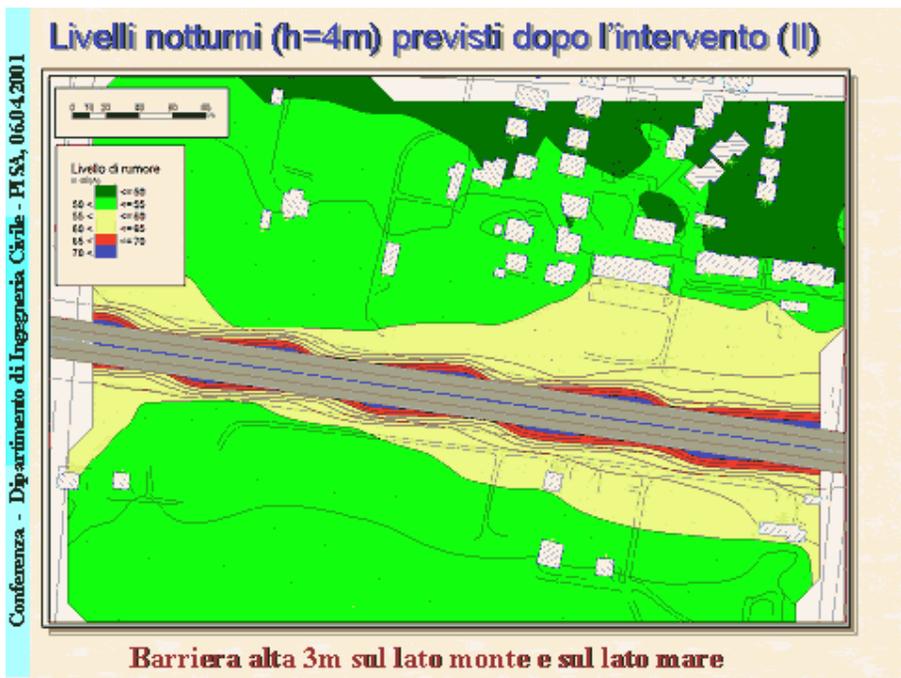


Figura 6.5.4

6.6 Specifiche tecniche della strumentazione

Vengono dettagliate di seguito le specifiche tecniche delle strumentazioni di misura, hardware, software, mezzi mobili, che costituiranno la rete di monitoraggio dell'inquinamento acustico della Sicilia e che andranno ad integrare le realtà esistenti delle quali, come già precisato, si è tenuto conto.

Hardware, Software di base, Software di produttività individuale, Software per modellizzazione previsionale.

N. 3 PC Desktop (per modellistica)

Case m.tower atx 300w + 2 usb frontali, Scheda madre atx, sk.478, agp 8x, fsb800, 3 ddr 400, sata, 4usb, Processore Intel p4 2.6 ghz o superiore, 478 pin 512k 800fsb, HD 160 Gb 7200 rpm serial ata 8mb cache, FD 1,44 mb 3,5 " RAM DDR 512Mb 400mhz, Scheda video 128 Mb DDR agp 8x, Lettore dvd/cdrom 16x50x, Masteriz. DVD \pm R/RW 8x, Scheda fast ethernet 10/100 Mbps, Modem 56K V.92 interno PCI, Monitor LCD TFT, a.v.min. 21 poll. Ris. Min. 1280 x1024, dot. Pitch. Max. 0,294 mm Tastiera – Mouse optical, UPS min. 600 VA S.O. Windows XP Professional, marcatura CE, Office XP Professional.

N. 10 Pc Laptop (portatili per gestione centraline)

Processore Pentium 4 2.8 GHz/FSB 800 o superiore, RAM 512 MB DDR, HDD 60 GB UDMA 100, Sezione video ATI mobility o NVIDIA Geforce con 64 MB DDR o superiore dedicata, Display 15.1" SXGA TFT 1024x768, Lan 10/100/1000, Modem 56Kbps, Combo DVD+CDRW, FDD 1.44MB integrato, Porte min. 2 porte USB 2.0, 1 porta Firewire IEEE1394, 1 porta irda, 1 porta seriale, 1 porta parallela, 1 slot PCMCIA CardBus a 32bit tipo II o tipo III, 1 porta VGA, Lettore integrato o esterno di schede memoria su porta USB con adattatore per smart media, memory stick e multimedia card , S.O. Windows Xp Professional, Office XP Professional Borsa trasporto antiurto, batteria di ricambio Li-Ion 3h di autonomia.

N. 1 Digitizer A1

Area utile 610x914 mm (A1), interfacciabile con PC (Microsoft Windows 95/98/NT/Me/2000/XP) RS-232 Seriale standard, Universal Serial Bus (USB) Accuratezza \pm 0.010 in (\pm 0.254 mm) standard, Risoluzione almeno fino a 12,700 linee/inch (500 linee/mm) Tecnologia elettromagnetica, 220/240V 50Hz.

N. 3 Scanner a colori a piano fisso

Formato A3+, 1600x3200dpi, 14 bit per colore, SCSI-II e USB standard, IEEE1394 Firewire opz, software di gestione.

N.3 Stampanti laser A4 a colori

Dim. Max. carta A4, quadricromia, vel.di stampa min. 12 ppm, Ris. Min. 1200 x 600 dpi, USB, parallela, 64 MB.

N.3 Stampanti inkjet A3 a colori

Formato A3 ed A4, Ris. B/n \geq 1440x720 dpi, Ris. Col. \geq 1440x720 dpi, interf. Par. e USB, esacromia, marcatura CE.

N.2 Plotter A0

Plotter A0 su piedistallo, Stampa a getto d'inchiostro, 1.200 x 600 dpi, Formati ISO A0, ISO A1, ISO A2, ISO A3, ISO A4, ISO B1, ISO B2, ISO B3, ISO B4, USB (compatibile con le specifiche USB 2.0), (Microsoft® Windows® 98, 2000, XP pro) Software di gestione.

N.3 Videoproiettori

Pannello LCD 0,7" (1024 x 768) Lampada 200 W – durata fino a 2000 h, Formato immagine fino a 300", Potenza luminosa 1700ANSI, Rapporto di contrasto 350:1, Segnale ingresso: VGA, SVGA, XGA, SXGA, SXGA+, UXGA; NTSC, NTSC4.43, PAL, PAL-M, PAL-N, PAL-60, SECAM, Terminali: ingresso RGB, Ingresso Video, Ingresso S-Video, Uscita RGB, USB-PC, Controllo PC (1 DIN 8 pin) Rumorosità max 37 dB, Alimentazione 200-240 V AC, 50 Hz, Potenza max 260 W, Peso max 3 kg, Correzione automatica trapezio, Borsa, Cavi di alimentazione connessione.

Software previsionale (n. 3 Licenze)

Il software di previsione rumore dovrà avere almeno le seguenti caratteristiche:

Compatibile con Windows Xp e superiori, con possibilità di lavoro contemporaneo su diversi computer. Deve permettere il calcolo e la previsione della propagazione nell'ambiente del rumore derivato da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale, da insediamenti industriali (sorgenti esterne ed interne), il calcolo automatico ed ottimizzato di barriere acustiche;

Deve essere fornito degli standards europei elencati di seguito : ISO 9613, DIN 18005, OAL 28, VDI 2714/2720, RLS90, CRTN, NMPB96, INM, ECAC, per la modellizzazione delle sorgenti di rumore;

Possibilità di definire almeno i seguenti tipi di oggetto:

sorgenti puntuali, sorgenti areali definibili dall'utente, area di calcolo, sorgenti lineari, assorbimento del terreno, aree di uso definito del terreno, sorgenti, edifici, sorgenti areali verticali, cilindri, linee di contorno, frame di testo, strade, barriere, linee di pendenza, riflettori 3D, piste di decollo aeroporti, linee di decollo aeroporti, sezioni, linee ferrate, ponti, ricevitori, simboli, valutazione degli edifici, poligoni ausiliari, stazioni, aree parcheggio,

Possibilità di effettuare le seguenti azioni:

cancellare stazioni, modificare attributi, generare elevazioni degli edifici, generare etichette, ortogonalizzare, generare pavimenti, generare polipnee, dividere alcuni oggetti in diverse parti, connettere linee.

Possibilità di effettuare la colorazione automatica di un oggetto in base ad uno degli attributi dello steso (es numero di abitanti di un edificio, altezza dell'edificio, coefficiente di assorbimento di una barriera,, ..) o dei risultati di espressioni definite dall'utente.

Possibilità di cambiare tutti gli attributi di un oggetto tramite finestre di editing dedicate, apribili tramite procedure veloci.

Possibilità di rappresentare gli attributi di un tipologia di oggetto tramite tabelle-oggetto accessibili sullo schermo contemporaneamente alla gestione della grafica; le modalità di correzione delle tabelle devono permettere modifiche veloci tramite selezioni multiple, taglio e copia, Sincronizzazione delle tabelle con la parte grafica.

Possibilità di raggruppare oggetti tramite dei codici definiti dall'utente.

Attivabilità e disattivabilità di ciascun oggetto in modo da escludere o includere dal calcolo parti del progetto.

Selezionabilità degli oggetti tramite: tipologia degli oggetti, poligoni definiti dall'utente, tutti gli attivati o inattivati.

Numero di sorgenti per progetti almeno 16 milioni o superiore limitato dalla memoria del computer adoperato.

Altezze definibili con coordinate metriche assolute, altezze relative al terreno o di una pavimentazione.

Periodi temporali definibili dall'utente (orari serali, riposo pomeridiano, ..)

Possibilità di definire la direttività di una sorgente nella finestra di input della stessa da 0 a 180° almeno in step di 15° per almeno le bande di ottava da 31.5 a 8000 Hz.

Possibilità di definire la trasparenza degli edifici o dei grandi impianti tramite un opportuno attributo dello stesso oggetto.

Possibilità di definire il numero di residenti in ciascun edificio tramite importazione da database o da input manuale o da calcolo tramite una funzione matematica definita dall'utente.

Possibilità di calcolo utilizzando più computer in parallelo (almeno 10).

Possibilità di importare le geometrie degli edifici da i più diffusi software di progettazione;

Modalità di calcolo: per tutte le coppie di sorgenti ricevitori, per le sorgenti lineari e superficiali tramite divisione in parti delle sorgenti, deve tenere conto della diffrazione laterale;

Coefficiente di assorbimento degli edifici definibile tramite un singolo valore medio o tramite una tabella in funzione dei valori per le bande di ottava almeno da 31.5 a 8000 Hz.

Calcolo della riflessione da parte delle facciate degli edifici tramite metodo della sorgente immagine o equivalente.

Strumentazione di misura

Strumentazione per il rilevamento fonometrico puntuale

A seguito della ricognizione effettuata presso i Dipartimenti e delle esigenze territoriali individuate nei paragrafi precedenti, si è ritenuto di completare la dotazione strumentale in maniera da attrezzare i DAP di Palermo e Catania con tre fonometri integratori ed un fonometro analizzatore ciascuno e i restanti Dipartimenti con due fonometri integratori ognuno.

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche della suddetta strumentazione.

N.11 Fonometri monocanale integratori di precisione ed analizzatori in tempo reale, in classe 1 (conformi EN 60651, 60804 e 61672), a filtri digitali con acquisizione simultanea completi di accessori, e display LCD per funzionamento stand alone

Range di misura:	da 20 dB a 140 dB.;
Dinamica	superiore a 110 dB;
Costanti di tempo	Fast, Slow, Peak ed Impulse acquisibili in modo parallelo;
Display	LCD con possibilità di illuminazione dello stesso e della tastiera
Modalità di acquisizione dati	Andamento temporale dell'LAeq e contemporanea analisi in tempo reale di 1/3 di ottava da 20 Hz fino a 20 kHz conformi alle specifiche del Dm 16.03.98;
Filtri di ponderazione	A,C, lineare in valore efficace o succ (Z);
Interfaccia digitale	RS232, USB
Controllo remoto	deve essere possibile tramite PC via cavo ;
Visualizzazione e memorizzazione	andamento temporale di Leq, Max, Min, Spettri di 1/3 di ottava percentili da L01 a L99
Memorizzazione eventi sonori	deve essere possibile effettuarla a soglia su idoneo supporto di memoria esterno non richiesto ;
Memoria	tale da permettere l'acquisizione di Leq e spettri di 1/3 di ottava con almeno 1 secondo di tempo di campionamento per almeno 24 ore
Acquisizione parallela	spettri di 1/3 di ottava e in contemporanea LAF, LA Smax,LAI max in parallelo ad intervalli regolari selezionabili da un minimo di almeno 100 msec;
n.1 Microfono a campo libero	in classe I conforme alle norme EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995;
Range di frequenza microfono	fino a 20 kHz;
n.1 Preamplificatore microfonico	conforme Dm 16.03.98;
n.1 Schermo antiventto;	
n.1 Treppiedi in lega	regolabile in altezza da almeno 1 m. a circa 2 m.;
n.1 Supporto per microfono	compatibile con l'attacco previsto dal treppiedi;
n.2 Cavo microfonico	lunghezza di almeno 5 m.;
n.1 Cavo di interfaccia	RS232 e/o compatibile con il formato di I/O del fon.;
n.1 Calibratore di precisione in classe I per microfoni con	

livello a pressione costante conforme alle norme CEI 29-4

n.1 Valigia porta strumento

Batteria ricaricabile tale da assicurare autonomia minima di 16 ore;

n.1 caricabatteria;

n.1 Cavalletto di tipo fotografico con supporto per il posizionamento del microfono
preamplificatore;

Software di trattamento dati per riconoscimento delle Componenti Tonalì e Componenti Impulsive secondo quanto previsto dal Dm 16 03 98; i dati devono essere stampabili ed esportabili sui principali fogli di calcolo elettronico sia nella versione numerica che grafica, devono essere visualizzabili sotto forma di tabelle, grafici, spettri e storie temporali di tutte le grandezze misurate (Livelli totali, parziali, Leq tra due punti individuati della storia temporale, gestire marker di delimitazione storia temporale). Software di post elaborazione audio che permetta l'analisi in bande più selettive (1/6 di ottava o superiore)

Il fonometro ed il relativo software di controllo remoto e trattamento dati devono potere permettere il successivo aggiornamento per misure di acustica architettonica e di vibrazioni

Conformità alle seguenti norme: EN60651/94, EN60804/94, EN61260/95 (IEC1260), EN61094-1/94, EN61094-2/93, EN61094-3/95, EN61094-4/95.

Certificato di calibrazione SIT conforme IEC651 IEC 804 e IEC 1260 per il fonometro e per il calibratore e gli spettri. Manuale d'uso.

N.2 Fonometri integratori ed Analizzatori in tempo reale in frequenza in bande di ottava e terzi di ottava quadricanale , conformi alle specifiche del DM 16.03.98 in classe 1 (conforme EN 60651 EN 60804 e EN 61672)

Caratteristiche tecniche

Range di frequenza	da 0,1 Hz fino a 20 kHz su tutti i canali
Input analogici	4 indipendenti, autorange, tutti ICP supply e microfonici, protezione da Overload
Banda di frequenza	da 1Hz a 20 kHz rispetto ad analisi in 1/3 di ottava in parallelo sui 4 canali(da 0,1 Hz in post processing audio)
Range dinamico	almeno 90 dB espandibile a 110 dB su 2 canali
Possibilità di registrazione audio	su HD o supporto esterno non richiesto
Visualizzazione e memorizzazione	andamento temporale di Leq, Max, Min,F,S. I spettri in frequenza dei 4 canali simultaneamente
Filtri di Input	A, C e lin (Z)

Pesature	F, S, I e P acquisibili in parallelo tra loro, a spettri ed a registrazioni audio sui 4 canali
analisi statistica di livelli sonori	in intervalli programmabili;
analizzatore di spettro 1/3 ottava	acquisizione in parallelo su tutti i canali fino a 20 kHz, tramite microfoni o accelerometri in parallelo
Memorizzazione eventi sonori	a soglia di livello collegato alla storia temporale, su Hard Disk o su idoneo supporto di memoria esterno ;
Memoria	tale da permettere l'acquisizione di tutti i parametri per almeno un giorno con la massima frequenza di campionamento pari ad almeno 100 ms. Modalità di acquisizione dati su tutti i canali dell'LAeq, F, S, I, conformi alle specifiche del DM 16.03.98 e contemporanea analisi in tempo reale di 1/3 di ottava da 1 Hz a 20 kHz.
porte logiche	per controllo strumenti da soglie comandate su livelli sonori (trigger out);
alimentazione esterna	da alimentatore e da batteria 12 V;
n.2 microfoni in campo libero	in classe I conforme alle norme EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995;
n.2 preamplificatori microfonici	conformi DM 16.03.98
n.2 cavi microfonici	lunghezza almeno 5 m.;
n.3 accelerometri monoassiali	sensibilità 100 mV/g o superiore
n.3 cavi per accelerometri	lunghezza circa 3 m.;
n.1 calibratore microfonico	conforme norme CEI 29-4;
n. 1 calibratore accelerometrico	
n.2 schermi antiventto	
Interfaccia digitale	RS232 standard USB;
Controllo remoto	da PC via cavo ;
Borsa di trasporto, manuale di istruzioni, Caricabatteria;	
n.2 Treppiedi in lega regolabili in altezza da almeno 1 m. a circa 2 m.;	
n.2 Supporto per microfono compatibile con l'attacco previsto dal treppiedi	
n.1 Cavo di interfaccia RS232 o superiore (secondo la tipologia di interfaccia);	
Software per il acquisizione ed elaborazione dei dati in italiano con riconoscimento Componenti Tonali e Componenti Impulsive in automatico. I dati devono essere stampabili ed esportabili su	

qualsiasi foglio di calcolo sia nella versione numerica che grafica. Visualizzazione di tabelle, grafici, spettri e storie temporali di tutte le grandezze misurate (totali, parziali, Leq tra i cursori, identificazione automatica degli eventi, gestione dei marker, gestione dei documenti integrati con grafici, testi, file di vario genere)

Pacchetto software per la visualizzazione del tracciato, il riascolto e postelaborazione registrazioni audio con filtri passa banda, passa alto, passa basso, togli banda, integrazione e derivazione del segnale audio, spettri in velocità e spostamento, analisi in banda costante (FFT con almeno 3200 linee) e percentuali più selettiva (1/6 d'ottava o superiore).

Il fonometro analizzatore multicanale ed il relativo software di controllo remoto e trattamento dati devono potere permettere il successivo aggiornamento per misure di acustica architettonica, misura del potere fonoisolante di barriere

Conformità alle seguenti norme: EN60651/94, EN60804/94, EN61260/95 (IEC1260), EN61094-1/94, EN61094-2/93, EN61094-3/95, EN61094-4/95.

Certificato di taratura SIT per i 4 canali conforme IEC651 IEC 804 e IEC 1260 per il fonometro e per il calibratore e per l'accelerometro. Certificazione di omologazione europea per misuratori di livello sonoro rilasciata da laboratori primari di paesi europei.

Strumentazione per il monitoraggio in continuo

Per le analisi in continuo saranno acquisite 20 centraline di monitoraggio di tipo base per il rilevamento senza analisi spettrale.

Ulteriori 9 centraline dotate di sonde meteo, analizzatore di spettro e rilevatore di traffico verranno acquisite dotandone ciascun DAP.

Per le necessità di scaricamento dati sono stati inoltre previsti dei PC portatili di caratteristiche medie.

Di seguito vengono elencate le caratteristiche delle centraline ed i relativi costi.

N. 20 Centraline mobili per monitoraggio acustico in continuo dotate di fonometro integratore in classe I ed accessori

Box metallico o plastico IP 65 con chiusura a chiave e lucchetto e supporti per fissaggio a pali, ringhiere, etc. comprensivo di

Kit per il posizionamento stabile su pannello orizzontale in assenza di supporti esterni come pali o ringhiere

Batterie per garantire il funzionamento per almeno 1 settimana

Palo autoportante porta microfono da almeno 4 m munito di supporti su cui agganciare la centralina.

5 m. di cavo microfonico,

caricabatteria,

presa esterna 220V,

Microfono per esterni idoneo per la protezione da pioggia, vento e volatili.

fonometro integratore analizzatore statistico in classe 1, 100dB dinamica, pesatura A, costanti S,F,I, Peak , con memoria in grado di permettere una misura di Leq (e dei livelli percentili) con integrazione su 1 sec per almeno 1 settimana,n.1 microfono in campo libero in classe 1 conforme alle norme EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995; preamplificatore microfonico conforme alle specifiche previste dal DM 16.03.98.

Il fonometro deve essere estraibile ed aggiornabile, su richiesta,alla configurazione necessaria per misure conformi a tutte le specifiche del DM 16/03/98.

Uscita digitale RS232 ed USB per trasferimento dati memorizzati ed in tempo reale su PC

Certificazione di calibrazione rilasciata da un centro SIT

Uscita digitale RS232 e USB per trasferimento dati memorizzati ed in tempo reale su PC

software di scaricamento e trattamento dati conforme al Dm 16.03.98, i dati devono essere stampabili ed esportabili sui principali fogli di calcolo elettronico sia nella versione numerica he grafica. Devono essere visualizzabili sotto forma di tabelle, grafici e storie temporali di tutte le grandezze misurate (Livelli totali, parziali, Leq tra due punti individuati della storia temporale, gestire marker di delimitazione storia temporale). Il fonometro ed il relativo sftware di controllo remoto e trattamento dati devono permettere il successivo eventuale aggiornamento per l'analisi in frequenza, misure di acustica architettonica e di vibrazioni.

N. 9 Centraline per monitoraggio acustico in continuo fonometro analizzatore dotate di fonometro integratore analizzatore in classe I centralina meteo ed accessori

Box metallico o plastico IP 65 con chiusura a chiave e lucchetto e supporti per fissaggio a pali, ringhiere, etc.

Kit per il posizionamento stabile su paino orizzontale in assenza di supporti esterni come pali o ringhiere;

Palo autoportante porta microfono da almeno 4 m munito di supporti su cui agganciare la centralina.

Batterie per almeno 1 settimana di autonomia di funzionamento

5 m di cavo microfonico,

caricabatteria,

presa esterna 220V,

Microfono per esterni idoneo per la protezione da pioggia, vento e volatili.

fonometro integratore analizzatore statistico in classe I 100dB dinamica,

pesatura A, costanti S,F,I, P, e lin, analizzatore di spettro da 1/3 di ottava da 20 Hz a 20 kHz, con memoria in grado di permettere una misura di Leq, livelli percentili ed analisi in frequenza, con integrazione su 1 min per almeno 1 settimana, batterie esterne da 12 V in grado di alimentare il fonometro per almeno 1 settimana, microfono a campo libero completo di preamplificatore con silicagel e riscaldatore, software trasferimento dati via seriale, certificazione rilasciata da un centro SIT,

Stazione meteo in grado di rilevare velocità e direzione del vento , temperatura.

Le sonde meteo, , opportunamente integrate nel sistema hardware e software anche tramite un datalogger esterno, devono consentire di marcare i dati fonometrici acquisiti in particolari condizioni climatiche, al fine di escluderli automaticamente dai calcoli statistici.

Software di scaricamento e trattamento dati per riconoscimento delle CT e CI secondo quanto previsto dal Dm 16 03 98; i dati devono essere stampabili ed esportabili sui principali fogli di calcolo elettronico sia nella versione numerica che grafica, devono essere visualizzabili sotto forma di tabelle, grafici e storie temporali di tutte le grandezze misurate (Livelli totali, parziali, Leq tra due punti individuati della storia temporale, gestire marker di delimitazione storia temporale). Il fonometro ed il relativo software di controllo remoto e trattamento dati devono potere permettere il successivo eventuale aggiornamento per misure di acustica architettonica, e di vibrazioni.

Conformità specifiche DM 16.03.98 per il fonometro ed la catena microfonica.

Certificato di Calibrazione rilasciato da un centro SIT per il fonometro ed il microfono.

Certificazione di omologazione europea per misuratori di livello sonoro rilasciata da laboratori primari di paesi europei.

Mezzi mobili (autoveicoli e carrelli)

In sede di rielaborazione si è preferito optare per una soluzione più flessibile prevedendo, per ciascun Dipartimento Provinciale di Catania e Palermo, l'acquisizione di un mezzo mobile carrellato, piuttosto che un mezzo allestito, anche per fornire supporto agli altri Dap per analisi complesse.

N. 2 Autoveicoli ciascuno dotato di gancio di traino e carrello attrezzato auto-rimorchiabile

Specifiche tecniche autoveicolo:

autoveicolo tipo Fiat Doblo' 1.9 JTD, 5 porte dotato di :

climatizzatore, chiusura centralizzata, sedili posteriori ribaltabili separatamente, antifurto;gancio

di traino standard, conformità ed omologazione , vernice bianca immatricolazione.

Specifiche tecniche carrello:

dimensioni: larghezza massima 150 cm, lunghezza massima 200 cm escluso il timone, saranno comunque preferibili dimensioni inferiori. Altezza minima (in stazionamento) 170 cm;

il carrello non dovrà avere nessuno sportello sulla superficie superiore in comunicazione con i vani interni. Eventuali aperture per il passaggio di cavi dovranno essere realizzate in modo da impedire infiltrazioni di pioggia nei vani interni;

pedi stabilizzatori ad altezza regolabile ai quattro lati ancorati mediante appositi attacchi alle longherine portanti a movimentazione meccanico manuale e con sicurezza antisganciamento;

maniglioni di manovra ubicati ai quattro lati;

supporto del gruppo microfono tale da portare la capsula microfonica a 4 m da terra (con la lunghezza del gruppo microfonico compresa tra 40 e 90 cm. Per questo il palo di sostegno dovrà considerare una lunghezza aggiuntiva di 90 cm e dovrà essere dotato in estremità di maschio filettato M50, e di una prolunga di 60 cm, con terminale dotato di maschio filettato come un normale cavalletto fotografico.

il palo sostegno del microfono dovrà essere manovrabile agevolmente da una sola persona per il suo innalzamento/abbassamento;

il supporto dell'asta microfonica non dovrà produrre nessun rumore a causa delle oscillazioni;

il microfono dovrà poter essere facilmente smontabile per il trasporto e dovrà trovare alloggiamento in apposito scomparto del carrello

dovrà essere possibile una agevole verifica periodica della calibrazione del microfono, senza che l'operatore sia costretto a salire su una scala o sul mezzo stesso.

All'interno del carrello dovrà trovare collocazione:

la strumentazione di misura;

la zona ad essa dedicata dovrà essere ventilata e coibentata;

l'accesso alla strumentazione in esso contenuta dovrà essere agevole.

Il vano strumenti non dovrà essere in collegamento diretto con il vano batterie ove devono potere essere allocate 6 batterie di alimentazione, ciascuna da 12 V 100Ah.

L'accesso al vano dovrà poter avvenire da ambo i lati ed essere agevole per la sostituzione delle batterie, che comunque dovranno poter essere fissate (per evitare spostamenti nel trasporto) e collegate rapidamente.

dovranno essere predisposti passacavi stagni di collegamento tra il vano strumenti ed il microfono, e tra il vano strumenti ed il vano batterie, di dimensioni minime di 2 pollici;

Tutti i vani, ed in particolare quello strumenti, dovranno essere dotati di serrature/lucchetti; il palo di sostegno del microfono dovrà essere dotato di accorgimenti tali da non consentirne l'abbassamento accidentale o per atto vandalico (ad es. lucchetti o comando di innalzamento solo con utensili appositi);

Il carrello dovrà essere dotato di freno di stazionamento e di maniglie per lo spostamento a

spinta.

Il carrello dovrà essere dotato di ruotino anteriore telescopico a vite con camera d'aria; la gestione dell'alimentazione dovrà essere la più flessibile possibile, prevedendo la possibilità di mettere fino a 6 batterie in parallelo, e nel pannello di alimentazione dovranno essere previste un minimo di 4 prese di alimentazione provenienti da batterie (o gruppi di batterie in parallelo) differenti.

I collegamenti tra il pannello di alimentazione e gli strumenti, nonché tra gli strumenti stessi, sarà eseguito direttamente dai Tecnici dei Dipartimenti Provinciali ARPA.

Il carrello dovrà essere dotato di n° 2 pneumatici, nuovi ed omologati, idonei al carrello rimorchio, n° 1 pneumatico di scorta, nuovo ed omologato, nonché attrezzatura per interventi di manutenzione;

n° 1 estintore a polvere;

adempimenti relativi ad ottenere la carta di circolazione del carrello rimorchio comprensivi di: omologazione, telaio, immatricolazione e iscrizione al PRA ivi compreso i relativi oneri;

il carrello rimorchio attrezzato nel suo complesso deve essere a norma di legge;

saranno comunque accettate soluzioni alternative (ma migliorative) rispetto a quanto sopra.

Carica batterie per le batterie del carrello

Saranno inoltre considerate, ed andranno quotate separatamente, le seguenti opzioni:

installazione di uno o più pannelli solari e dell'elettronica di controllo da utilizzarsi per la ricarica delle batterie;

Fornitura di 6 batterie da 12 V 100A/h adatte all'uso con pannelli solari, o comunque adatte a cicli ripetuti di scarica/ricarica;

predisposizione del carrello alla ricarica delle batterie da una sorgente elettrica esterna a 220 V;

presa di alimentazione a corrente continua con tensione variabile (5-30V) ottenuta da un convertitore CC-CC alimentato da una o più batterie a 12 V.

Conformità ed omologazione , vernice bianca, immatricolazione.

Arredi per l'Adeguamento locali della Direzione generale e dei Dipartimenti Provinciali

Scrivania operativa

Fornitura, trasporto e montaggio di n. 20 scrivanie operative dimensioni 140 x 80 x 72 h circa, con struttura costituita da gambe a T rovesciata canalizzabile, in lamiera d'acciaio stampato e verniciato con polveri epossidiche, nei colori Alluminio e antracite. Ogni gamba deve essere dotata di un piedino livellatore. Piano in conglomerato ligneo ad alta densità e basso contenuto di formaldeide spessore 30 mm. nobilitato in melaminico Noce, con bordi perimetrali stondati in ABS, dello spessore di mm 3.

Cassettiera

Fornitura, trasporto e montaggio di n. 20 cassettiere 3 + 1 cassetti su ruote piroettanti, dimensioni 41 x

56 x 59 h circa, stesse caratteristiche scrivania operativa. I cassetti devono essere dotati di maniglia in materiale plastico, serratura per chiusura simultanea dei cassetti. I cassetti devono essere in acciaio verniciato. Le guide devono essere in acciaio e devono scorrere su cuscinetti a sfera e ruote in nylon, dotate di arresto a fine corsa. Ruote piroettanti in nylon.

Tavolo porta video/stampante

Fornitura, trasporto e montaggio di n. 20 tavoli porta video/stampante dimensioni 60 x 80 x 72 h circa, stesse caratteristiche della scrivania operativa.

Libreria

Fornitura, trasporto e montaggio di n. 20 librerie dimensioni 90 x 45 x (70 + 140) cm circa, sotto ante cieche e sopra a vetro temperato a norma, con 5 ripiani intermedi di cui 4 mobili, stesse caratteristiche della scrivania operativa.

Poltrona ergonomica

Fornitura, trasporto e montaggio di n. 40 poltrone ergonomiche rispondenti alle norme En 1335 e D. Lgs. 626/94 con spalliera media, basamento in acciaio, braccioli in nylon, interno sedile in multistrato di faggio e pioppo curvato, interno schienale in materiale plastico, imbottitura in resine poliuretatiche indeformabili, telaio in acciaio verniciato a polveri epossidiche, regolazione in altezza con pistone a gas, ruote piroettanti in nylon, regolazione in inclinazione, profondità ed altezza dello schienale con movimento a contatto permanente, regolazione in inclinazione, altezza dello schienale con movimento sincronizzato, tessuto ignifugo categoria alta, colore a scelta.

Sedia fissa

Fornitura, trasporto e montaggio di n. 20 sedie fisse senza braccioli, interno sedile e schienale in nylon, imbottitura in resina poliuretatica indeformabile, struttura in tubo di acciaio ignifugo categoria alta, colore a scelta.

Armadio metallico

Fornitura, trasporto e montaggio di n. 40 armadi metallici, verniciati antiruggine ed antigraffio con polveri epossidiche, colore grigio, con 2 ante scorrevoli, 4 ripiani interni di portata minima 50 kg, dimensioni alt. 200 cm, largh 100 - 120 cm, profondità 45 cm, con chiusura a chiave.

6.7 Prodotti informativi

I possibili prodotti informativi derivanti dall'elaborazione di dati prodotti dalla rete, specificando i clienti destinatari e la frequenza con cui i prodotti debbono essere realizzati/aggiornati sono di seguito rappresentati:

Tabella 6.8.1 – Prodotti informativi

PRODOTTO INFORMATIVO	CLIENTE	PERIODICITÀ	FORMATO
1. Risultati Mappatura e Misure in continuo nell'Area Urbana 2. Risultati del monitoraggio delle aree extraurbane del territorio comunale interessate dalle principali sorgenti di rumore (Comuni con più di 50.000 abitanti)	Comune (con più di 50.000 abitanti)	Biennale (aggiornamento) Quinquennale - Decennale (Ripetizione)	<i>Report</i> , da definire con il cliente, completo di tabelle e mappe, finalizzato alla redazione da parte del Comune della Relazione sullo Stato Acustico. Le mappe saranno realizzate secondo le specifiche previste.
Relazione Stato Ambiente, contenente i risultati del monitoraggio delle aree urbane e del monitoraggio delle aree extraurbane interessate dalle principali sorgenti di rumore	Provincia Regione (Comuni)	da definire in base alle esigenze del cliente	Relazione, elaborazioni statistiche, calcolo degli indicatori scelti e mappe
Risultati monitoraggio aree extraurbane interessate dalle principali sorgenti di rumore	Comuni (Provincia)	Quinquennale- Decennale	<i>Report</i> con tabelle, mappe, ecc. finalizzato alla redazione dei piani di risanamento
<i>Report</i> sintetico a livello regionale dell'attività condotta annualmente	Direzione Tecnica	Annuale	<i>Report</i> con dati, elaborazioni statistiche, calcolo indicatori e mappe
<i>Report</i> sintetico a livello provinciale dell'attività condotta annualmente	Dir. di Sezione Provincia Resp.Reg. Rete	Annuale	<i>Report</i> con dati, elaborazioni statistiche, calcolo indicatori e mappe
Pagine Rumore su sito web di ARPA contenenti : • Banca dati Rumore interrogabile • Elaborazioni statistiche • Reporting annuale attività di monitoraggio condotta a livello regionale	Interno/Esterno	Annuale	Banca dati Elaborazioni statistiche Indicatori Mappe
Pagine Rumore su sito web delle singole Sezioni provinciali contenenti: • Banca dati Rumore interrogabile • Elaborazioni statistiche • Mappa del rumore	Interno/Esterno	Annuale	Banca dati Elaborazioni statistiche Indicatori Mappe
Pagine Rumore su sito web di Regione, Province, Comuni: • Elaborazioni statistiche • Mappa del rumore	Interno/Esterno	Da concordare con il cliente	Elaborazioni statistiche Indicatori Mappe

7. Progettazione campagne di monitoraggio

7.1 Generalità

Nella progettazione di campagne di monitoraggio bisogna innanzi tutto tenere conto degli obiettivi che si vogliono raggiungere, in particolare gli obiettivi di una rete di monitoraggio regionale possono essere così delineati:

- soddisfare la domanda implicita derivante dal quadro normativo di riferimento;
- contribuire alla costruzione del Sistema Informativo Ambientale Regionale/Nazionale;
- soddisfare i bisogni informativi degli enti istituzionali (Regione, Province, Comuni, AUSL, ...) e dei cittadini sullo stato dell'ambiente;
- fornire un valido strumento a supporto sia dei processi decisionali di pianificazione, gestione e risanamento ambientale, sia di valutazione dell'efficacia degli interventi (Risposte) realizzati dalle Autorità preposte per migliorare la qualità ambientale.

Una prima fondamentale distinzione che è utile operare al fine di sgombrare il campo da possibili equivoci, è quella, fondamentale, fra “controllo” del rumore e “monitoraggio” del rumore. Il primo può essere inteso come verifica della conformità o meno di una o più sorgenti a determinati valori di riferimento; tale attività, che ha una specifica connotazione di vigilanza fiscale, andrà condotta in stretta conformità con le normative vigenti e pertanto, nel caso specifico delle modalità di misura, secondo il dettato del D.M. 16/3/1998.

Invece, il monitoraggio, inteso come campionamento ed analisi dei fattori che caratterizzano lo stato dell'ambiente, si ritiene possa essere condotto anche con metodologie semplificate o differenti. Nel caso specifico dell'inquinamento acustico, gli elementi di conoscenza necessari per un monitoraggio efficace, possono, infatti, essere acquisiti anche con una metodologia di misura che, rispettando i principi generali sottesi alle indicazioni della normativa vigente, consenta l'acquisizione di alcuni dati acustici fondamentali, utili anche per un confronto con i limiti derivanti dalla classificazione acustica del territorio e facilmente aggiornabili nel tempo.

È altresì opportuno operare una differenziazione relativamente alle aree oggetto del monitoraggio che, al momento attuale, vengono individuate in:

- *aree urbane*, Sono da considerare con una maggiore pressione ambientale i Comuni con un numero di abitanti superiore a 50.000 che, per il territorio regionale, risultano essere i seguenti: Agrigento, Caltanissetta, Gela, Acireale, Catania, Messina, Bagheria, Palermo, Modica, Ragusa, Vittoria, Siracusa, Marsala, Mazara del Vallo, Trapani. Il monitoraggio in questi comuni è sicuramente prioritario rispetto alla restante parte di territorio urbanizzato.

Per i centri urbani con popolazione inferiore ai 50.000 abitanti, si prevede la possibilità di effettuare campagne solo nei casi in cui sia evidenziabile, tramite gli indicatori riportati in questo documento, la rilevanza della problematica.

In tali aree gli obblighi previsti dalla normativa sono inferiori, e di norma la problematica dell'inquinamento acustico è di minore rilevanza.

La metodologia di monitoraggio messa a punto per le aree urbane con popolazione superiore ai 50.000 abitanti è comunque estendibile anche ai centri urbani minori.

In ogni caso il monitoraggio di questi centri urbani potrà essere oggetto di programmazione a lungo termine, che verrà concordata con i soggetti pubblici competenti (Regione, Provincie, Comuni) o essere effettuata sulla base di specifiche richieste.

- *aree extraurbane*, interessate dalle principali sorgenti di rumore quali ferrovie, porti, autostrade, circonvallazioni, grandi vie di comunicazione in genere, poli extraurbani attrattori/generatori di traffico/rumore (discoteche, centri commerciali, impianti industriali, ecc.). Per gli aeroporti si prevede di operare il monitoraggio in quelli minori sforniti di proprio sistema, per Punta – Raisi e Fontanarossa potranno essere attivate campagne di monitoraggio con funzione di verifica dei dati provenienti dai sistemi gestiti dalla direzione aeroportuale.

7.2 Aree urbane

Un obiettivo specifico delle modalità di monitoraggio proposte è quello di definire strategie di campionamento per la raccolta di dati acustici utili ad una mappatura delle aree urbane che consenta di caratterizzare, in particolare per quanto concerne il periodo diurno, lo stato acustico del territorio in esame e di individuare le aree di criticità. La metodologia prevede di valutare separatamente il contributo delle principali sorgenti sonore individuate: traffico veicolare, ferroviario e altre sorgenti fisse significative (attività industriali/artigianali, attività commerciali/ricreative, ecc.).

La mappatura dell'area urbana, relativa al periodo diurno, viene integrata con un significativo numero di misure in continuo, per periodi non inferiori a 24 ore. Questa procedura può consentire, inoltre, una stima indicativa e conservativa delle percentuali di popolazione esposta a determinate fasce di rumorosità, in periodo diurno. Tale stima sarà più o meno precisa in funzione della disponibilità, presso le amministrazioni comunali interessate, degli strumenti informativi più moderni e aggiornati (anagrafe informatizzata con georeferenziazione dei numeri civici e dei relativi residenti). Potrebbe peraltro risultare utile anche una valutazione indicativa dell'entità della popolazione esposta a livelli superiori a determinate soglie, significative per quanto riguarda il manifestarsi di alcuni particolari effetti del rumore quali, ad esempio, l'*annoyance* nel periodo diurno ed il disturbo del sonno nel periodo notturno.

È necessario comunque sottolineare il fatto che le stime e le valutazioni di cui sopra non rappresenteranno in generale la reale esposizione della popolazione in quanto:

- i livelli sono misurati sostanzialmente a bordo strada, ad un'altezza da terra di 4 m (grosso modo il 1° piano di un edificio), mentre il livello preso a riferimento per definire l'esposizione della popolazione è il livello in facciata agli edifici;
- non si tiene conto della dislocazione degli appartamenti/locali, rispetto alla sorgente (presenza di uno o più lati meno rumorosi).

Qualora poi si volessero considerare i possibili effetti derivanti dall'esposizione al rumore, non si potrebbe prescindere dalle seguenti due importanti considerazioni:

- la presenza di un determinato grado di isolamento degli edifici, che con grande difficoltà potrà essere considerato uniforme;
- il fatto che la maggioranza delle persone, nel periodo diurno, trascorre buona parte del tempo fuori dall'abitazione, in uffici, scuole, luoghi di lavoro, ecc.; da un lato, quindi l'esposizione che si va ad assegnare ai residenti in un certo edificio ha poco significato, in quanto essi, in quell'edificio trascorrono soltanto una parte del loro tempo, dall'altro, emerge l'esigenza di considerare l'esposizione complessiva degli individui e quindi il sovrapporsi degli effetti dovuti all'esposizione sia al rumore presente, ad esempio, nei luoghi di lavoro, sia al rumore ambientale più in generale.

7.3 Aree extraurbane

Per le aree prospicienti le infrastrutture dei trasporti (stradali e ferroviari) si prospetta una metodologia di indagine specifica ed in questo caso il monitoraggio viene svolto sulle principali strade di valenza provinciale operando una scelta preventiva con la collaborazione della Provincia. Relativamente alle infrastrutture sovraregionali (strade statali, autostrade, ferrovie, ecc.), già oggetto del D.Lgs. 285/92 e successive modifiche, nonché del D.M. 29/11/2000 relativo ai risanamenti, il monitoraggio è previsto, in generale, a carico dei Gestori.

Le metodiche di valutazione del rumore emesso da una determinata infrastruttura entro 100 m per ogni lato, fanno riferimento alla possibilità di utilizzare misure in continuo (o comunque di validità temporale estesa) in associazione con modelli di calcolo previsionale opportunamente tarati utilizzando i rilievi effettuati.

Per quanto riguarda i poli attrattori/generatori di traffico/rumore, essi non vengono invece trattati in maniera specifica dal punto di vista metodologico, in quanto:

- qualora la sorgente di rumore sia il traffico indotto, essa rientra nella metodologia proposta per le aree prospicienti le infrastrutture di trasporto;

- qualora il rumore derivi dall'attività svolta (impianti industriali, discoteche, ...) è possibile riferirsi alle indicazioni metodologiche contenute nel successivo paragrafo riguardante la mappatura in periodo diurno in cui si tratta delle aree urbane, alla voce "Sorgenti fisse".

In conclusione, si ritiene che l'obiettivo di una rete regionale di monitoraggio dell'inquinamento acustico sia quello di fornire dati utili a:

- descrivere acusticamente aree del territorio significative dal punto di vista delle sorgenti presenti e della densità di popolazione in esse residente;
- evidenziare le aree ove è più urgente l'intervento di risanamento (aree critiche);
- valutare l'efficacia delle azioni intraprese o l'impatto di interventi realizzati attraverso il confronto nel tempo dello stato di rumorosità del territorio in esame;
- consentire una stima delle percentuali di popolazione esposta ai diversi livelli di rumore, anche in riferimento ai contenuti della Direttiva europea;

- alimentare il Sistema Informativo Regionale e Nazionale e soddisfare i bisogni informativi degli Enti istituzionali e della popolazione.

7.4 Metodiche di misura ed elaborazione dei dati

Le modalità che seguono fanno riferimento alla rumorosità in periodo diurno ed all'area urbanizzata, dove per aree urbanizzate si intendono zone in cui vi è presenza di agglomerati di edifici. L'obiettivo è una mappatura acustica del territorio urbanizzato di un Comune per classi di 5 dBA.

In linea di massima si individuano tre tipologie di sorgenti significative per la determinazione del campo sonoro in ambito urbano: traffico veicolare, traffico ferroviario e altre sorgenti fisse significative (es. complessi industriali, artigianali, centrali termiche, ecc.).

Viene escluso il rumore dovuto al traffico aereo in quanto la valutazione dello stesso richiede un indicatore diverso dal livello equivalente e fa riferimento ad una durata del periodo diurno e notturno diversa rispetto alle sorgenti sopra ricordate.

7.4.1 Schema del campionamento: Strade

Come già ricordato, lo scopo del lavoro di caratterizzazione acustica è quello di portare ad una prima conoscenza dei livelli di rumore presenti sul territorio che possano dare indicazioni sulla localizzazione di zone acusticamente critiche, sulle quali prevedere la successiva realizzazione di valutazioni eseguite in conformità alla normativa vigente.

Per caratterizzare il campo sonoro urbano determinato dal traffico veicolare, è opportuno diminuirne la complessità spaziale attraverso una stratificazione delle strade effettuata principalmente in funzione della gerarchia dei volumi di traffico.

Per ottenere il massimo di informazione possibile sui flussi di traffico sarà necessario acquisire tutta la documentazione specifica ed avviare una stretta collaborazione fra ARPA ed uffici comunali e provinciali competenti in materia. In primo luogo si dovrà quindi identificare la rete viaria principale caratterizzata da flussi di traffico medio alti. (vedi classificazione delle strade in linee guida alla classificazione acustica del territorio comunale)

Le strade identificate, se necessario, vengono a loro volta suddivise in archi caratterizzati da flussi di traffico omogenei. I volumi di traffico da considerare come rappresentativi della strada in esame sono quelli presenti fra le ore 9 e le ore 12 dei giorni feriali. Non andranno inoltre considerate, per le strade che ne possono risentire, le giornate caratterizzate da eventi particolari (mercati, fiere,...).

Su ogni arco stradale così individuato si effettua una misurazione di 10 minuti. Contestualmente alla misura di rumore dovranno essere effettuati rilievi del traffico transitante suddividendo i veicoli fra leggeri e pesanti (assumendo la definizione del C.N.R. (Consiglio Nazionale delle Ricerche) [Cannelli e al., 1983], si può considerare come pesante un veicolo di peso maggiore a 4.8 t).

Tali rilievi risulteranno utili anche per la conferma dell'appartenenza della strada alla classe

attribuita.

Il disegno della viabilità principale suddivide il territorio considerato in “sub-zone” delimitate dalla viabilità principale e caratterizzate da un certo numero di vie contraffico locale.

Le strade appartenenti ad ogni “sub-zona” possono, a loro volta, essere suddivise per flusso di traffico, tipologia, collocazione, pendenza, manto stradale, struttura degli edifici all’intorno, ecc.. Alcune indicazioni per il raggruppamento delle strade sono di seguito riportate.

Per quanto riguarda il manto stradale dovranno essere separatamente considerate le seguenti tipologie:

- asfalto poroso/non poroso;
- porfido, pavé o acciottolato.

Ricordando che l’aggregazione di strade simili riguarda strade secondarie, altre variabili assumono importanza minore sulla valutazione del L_{Aeq} , pur potendo essere considerate come eventuali criteri di diversa aggregazione. In particolare:

- velocità di percorrenza: su strade locali la velocità dovrebbe mantenersi normalmente al di sotto dei 50 km/h. Possono eventualmente essere considerate a parte strade su cui la velocità media di percorrenza risultasse fra 50 e 70 km/h; occorrerà, inoltre, porre particolare attenzione alla possibilità di discriminare le strade interessate da eventuali limitatori fisici di velocità;

- distanza del microfono dalla linea di flusso del traffico equivalente (vedi definizione di cui alla successiva equazione (1)): possono essere considerate simili

le strade per cui il rapporto fra le distanze (d) rimane minore di 1.5;

- pendenza: possono essere considerate simili le strade fino a pendenze di circa il 7% in quanto l’errore sul L_{Aeq} si mantiene intorno a 1 dB [Cannelli e al., 1983];

- possono essere considerate simili le strade ad U (edifici su entrambi i lati) e L (edifici su un solo lato) purché, nel caso di strade a L, la misura sia fatta sul lato di presenza degli edifici;

- in particolare, per strade caratterizzate da basso flusso veicolare (gruppo 1) dovrà essere posta attenzione all’eventuale discriminazione delle strade per le quali la rumorosità indotta da altre sorgenti (rumore di fondo) possa risultare comparabile con quella prodotta dal traffico circolante sulla medesima strada.

Per ottenere una descrizione dei livelli di rumore presenti in queste “sub-zone”, che costituiscono la maggior parte del territorio, si individua, per ogni sub-zona e per ogni gruppo di strade omogenee, almeno una “strada-campione” sulla quale effettuare le misurazioni. La scelta della strada-campione all’interno di ogni gruppo dovrà essere cautelativa, si considererà pertanto quella caratterizzata dal flusso di traffico maggiore.

Come già indicato per le strade primarie, anche in questo caso la misura di rumore dovrà essere accompagnata dalla contestuale rilevazione del traffico transitante, con suddivisione dei veicoli in leggeri e pesanti.

Ai fini della mappatura, i livelli di rumore rilevati nelle strade-campione verranno considerati validi per

tutte le strade appartenenti allo stesso gruppo.

Il tempo di riferimento nel quale effettuare le misurazioni è quello diurno. All'interno di tale periodo di riferimento la fascia oraria in cui eseguire le misure è quella compresa fra le ore 9 e le ore 12 [Bertoni e al., 1988]. Per determinare il tempo totale di rilevazione (T_m) su un singolo punto, si fa riferimento alla seguente relazione che consente di predeterminare l'incertezza (ΔL_{Aeq}) sul valore di L_{Aeq} misurato [De Donato, Morri, 1997]:

$$T_m = \frac{3600 \left[\psi^2 + \alpha + \frac{\alpha \Delta v^2}{v^2} \right]}{N \left[(\Delta L_{Aeq})^2 - \frac{\alpha \Delta d^2}{d^2} \right]} \quad (1)$$

dove:

$$\alpha = 100 / [\ln(10)]^2 = 18.86;$$

N = n. veicoli/ora;

v = velocità media dei veicoli (m/s);

Δv = incertezza sulla determinazione di v ; si può assumere, indicativamente, $\Delta v = 3$ m/s [De Donato, Morri, 2001];

d = distanza fra il punto di osservazione e la linea di flusso di traffico (m); per strade a due corsie $d = \sqrt{d_1 d_2}$; [Shuoxian, 1987] con d_1 e d_2 distanza fra il punto di osservazione e la prima e la seconda linea di flusso di traffico (m);

Δd = incertezza sulla determinazione di d (m); si può assumere, indicativamente, $\Delta d = 0.5$ m [De Donato, Morri, 2001].

$$\psi = \frac{\sqrt{p_l} * 10^{L_{wl} - L_w} \sigma_l + \sqrt{p_p} * 10^{L_{wp} - L_w} \sigma_p}{10^{L_w - L_w}}$$

dove p_l e p_p sono le percentuali di veicoli leggeri e pesanti, L_{wl} , L_{wp} e σ_l , σ_p rispettivamente i livelli di potenza sonora per le stesse classi e le deviazioni standard della media delle distribuzioni e L_w è il livello medio di potenza sonora.

Tale relazione permette di ricavare il tempo di misura, dato un certo flusso di veicoli/ora, affinché l'imprecisione sul livello L_{Aeq} resti all'interno di un prefissato valore. Assumendo che [Jones, Hothersall, 1980]:

$$L_{wl} = 71.9 + 23.8 \log(v)$$

$$L_{wp} = 84.5 + 18.9 \log(v)$$

$$\sigma_l, \sigma_p = 4 \text{ dB}$$

e considerando una situazione media in cui:

$$d = 4 \text{ m con } \Delta d = 0.5 \text{ m}$$

$$v = 13.9 \text{ m/s (50 km/h) con } \Delta v = 3 \text{ m/s}$$

La (1) fornisce i valori di T_m per un'imprecisione sul livello L_{Aeq} pari a 2 dB, per diverse percentuali di veicoli pesanti. In funzione di quanto sopra si sono stimati i tempi medi di misura, in

multipli di 10 minuti, in relazione a diversi intervalli di flusso veicolare e a diverse percentuali di veicoli pesanti; i risultati sono riassunti nella Tabella seguente

Flusso veicolare (n. veicoli transitanti/ora)	Tempo di misura (minuti) 0% veicoli pesanti	Tempo di misura (minuti) 2% veicoli pesanti	Tempo di misura (minuti) 5÷10% veicoli pesanti
< 30	20	30	40
30 ÷ 80	10	20	20
80 ÷ 200	10	10	10

Tabella 7.4.1.1

Di seguito verrà riportato un possibile esempio di scheda di raccolta dati, per le misure relative al traffico veicolare.

7.4.2 Schema del campionamento : Linee ferroviarie

Per caratterizzare il campo sonoro determinato dal traffico ferroviario al di fuori delle stazioni (queste ultime sono meglio configurabili come sorgenti fisse significative), è opportuno suddividere la linea in tratti omogenei per velocità di percorrenza e caratteristiche orografiche della linea stessa. Su ogni tratto ferroviario così individuato si procede alla misurazione del SEL per ogni tipologia di treno transitante (merci, regionale, interregionale, espresso, intercity, eurostar) e si calcola il L_{Aeq} diurno, in dBA, tenuto conto del numero di passaggi per le diverse tipologie di treno, secondo la:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^P n_i \cdot 10^{0.1SEL_i} \right) - k \quad (2)$$

dove:

P = numero di tipologie di treni individuate;

n_i = numero di treni della i -esima tipologia transitanti in periodo diurno;

SEL_i = valore del SEL medio per la i -esima tipologia di treno;

$k = 47.6$ dBA.

7.4.3 Schema del campionamento : Sorgenti fisse

Come ultima fase della mappatura acustica, nel caso vengano individuate in un'area sorgenti significative diverse dalle strade o dalla linea ferroviaria, si procederà ad una valutazione della rumorosità nell'intorno della sorgente al fine di caratterizzare il campo sonoro prodotto.

Preso atto della diversità di tipologia di queste sorgenti, all'interno delle quali possono ricadere porti, industrie, stazioni ferroviarie, ecc., il tempo di misura dovrà essere tale da caratterizzare in modo compiuto la rumorosità prodotta dalla sorgente nel periodo diurno ed anche nel periodo notturno nel caso in cui si tratti di industrie o altri tipi di sorgenti funzionanti anche di notte.

SCHEDA RACCOLTA DATI – STRADE

Nome strada:Tipologia:.....

Punto di misura (n° civico):.....(identificare punto in pianta) Coord. UTM:.....

Larghezza strada (m):N°carreggiate/corsie:.....

Dist. microfono: da centro strada (m)...../da sup. riflettente (m).....

Pavimentazione tipo:

Pendenza strada (se Si indicare la pendenza media): NoSi (%)

Sezione strada (barrare classe di appartenenza):

(U) (L) (__)

N° medio di piani degli edifici (solo per sez. ad U ed L):

data						
ora d'inizio						
durata (min)						
N. veic. legg.						
N. veic. pes.						
Vel. media (km/h)						
Leq						
Max L						
L 1						
L 10						
L 50						
L 90						
L 99						
Min L						

Indicazioni metodologiche possono essere individuate anche nelle normative tecniche di riferimento (ad esempio, la norma UNI 10855/99 “*Misura e valutazione del contributo acustico di*

singole Sorgenti” o la norma UNI 9884/97 “*Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale*”).

In breve: è possibile affrontare il monitoraggio del rumore emesso da questo tipo di insediamenti operando a monte una individuazione delle principali sorgenti di rumore (camini di emissione, gruppi motore-ventola, operazioni rumorose di movimentazione materiali, ecc.). Conseguentemente risulterà possibile adottare le appropriate strategie di campionamento che potranno prevedere anche campagne di misura notturne (si pensi alla rumorosità emessa da una discoteca, da una multisala cinematografica, da un'industria,...) con tempi di misura che potranno essere di breve durata (sorgente a rumorosità costante) o di durata prolungata (sorgenti a rumorosità variabile).

7.5 Passaggio dalla descrizione puntuale alla descrizione areale

Partendo dalla prima fase della mappatura (strade), il valore misurato indurrà sull'area contenente la prima fila di edifici prospicienti la strada stessa la classe di rumore corrispondente. La mappatura sarà inoltre “gerarchizzata”, partendo dalle strade con rumorosità più contenuta fino a quelle più rumorose.

A questo primo tematismo si sovrapporrà quello relativo alle ferrovie ed infine quello delle sorgenti puntuali. In tutte le aree di intersezione, la classe sarà definita calcolando la somma energetica dei diversi contributi in termini di L_{Aeq} riferito al periodo diurno.

Per le aree in zone periferiche aperte o in spazi ove il tessuto urbano abitativo è rado, in prossimità di strade o ferrovie, la classe di rumorosità attribuita si estende per una fascia di 30 metri per lato per le strade e di 50 metri per lato per le linee ferroviarie.

Evidentemente l'eventuale superamento del limite di immissione, in porzioni del territorio limitrofe alle infrastrutture ferroviarie, andrà verificato anche in relazione ai limiti associati alle fasce A e B così come definite dallo specifico Decreto n. 459 del 18/11/1998.

L'applicazione del metodo proposto per la definizione acustica delle aree non è in grado di coprire uniformemente tutta l'area urbana. Di conseguenza rimarranno non caratterizzate e quindi non colorate alcune zone interne rispetto alla collocazione delle sorgenti individuate. E' possibile, in generale, attribuire un minore problema acustico a tali zone che, proprio per la loro collocazione, risulteranno in parte schermate dagli edifici sul fronte stradale o comunque distanti dalle sorgenti significative. E' in ogni caso opportuno procedere alla descrizione di queste zone attraverso alcune ulteriori misure puntuali, stime e semplificazioni o attraverso l'applicazione di un idoneo modello di calcolo (vedi successivo paragrafo 5.8).

Relativamente ad aree specifiche, sono peraltro possibili studi di approfondimento, anche attraverso l'utilizzo di modelli di calcolo che, nel caso di disponibilità della digitalizzazione elettronica degli edifici, consentono di arrivare a buone stime del livello in facciata considerando anche il piano del singolo edificio e la collocazione dei recettori rispetto alla sorgente (presenza di lati meno esposti).

7.6 Misure in continuo

La mappatura ottenuta relativamente al periodo diurno è chiaramente insufficiente, da sola, a caratterizzare compiutamente il territorio in esame: ciò sia in riferimento alla normativa italiana, che come sottolineato nei paragrafi precedenti fissa limiti relativi anche al periodo notturno, sia, più in generale, in riferimento alla pianificazione del risanamento acustico ed all'individuazione delle priorità, in quanto fra gli effetti maggiormente studiati e senza dubbio più segnalati dalla popolazione vanno ricordati gli effetti di disturbo del sonno [Callegari, Franchini, 2000].

D'altra parte l'esecuzione di misure in continuo per lunghi periodi (mesi, anni) è assai critica ed estremamente dispendiosa e può comunque riguardare un numero limitato di postazioni; peraltro questo tipo di monitoraggio è talora anche superfluo (ad esempio nel caso del rumore da traffico urbano), in quanto come già più volte sottolineato i dati ottenibili sono caratterizzati da notevole riproducibilità e ripetitività [Brambilla, Piromalli, 2001].

È prassi piuttosto diffusa e consolidata l'utilizzo di opportune tecniche di campionamento, che prevedono, di norma, un monitoraggio continuo per tempi adeguati (1 o più giorni, fino ad arrivare ad una settimana) in postazioni "di riferimento" ed in un periodo stagionale che possa ritenersi rappresentativo della situazione "media" annua; per la descrizione della distribuzione spaziale dei livelli sonori si procede poi ad associare a questo tipo di monitoraggio un campionamento eseguito su tempi brevi (un'ora o frazioni di ora) in fasce orarie opportunamente scelte.

In tale modo è possibile anche arrivare alla ricostruzione, nei punti di misura oggetto di campionamento di breve durata, dell'andamento temporale dei livelli sonori [Brambilla, Piromalli, 2001; De Donato e al., 2001]; questo tipo di procedura risulta ovviamente applicabile soltanto nel caso in cui l'area d'indagine sia interessata da un'unica sorgente predominante.

Relativamente al periodo notturno, come già sottolineato, mancano al momento riferimenti tecnici ampiamente testati e validati, che consentano di procedere, con un dispendio ragionevole di tempo e risorse, alla caratterizzazione acustica di aree estese di territorio, in analogia alla procedura presentata per il periodo diurno.

In attesa che le metodologie relative al monitoraggio del rumore, attualmente ancora in fase di predisposizione (cfr. CTN_AGF), vengano messe a punto, dal momento che si ritiene comunque indispensabile, nell'ambito di una rete di monitoraggio, l'analisi dell'inquinamento da rumore anche in periodo notturno, si procede al completamento dell'indagine relativa all'area urbana con l'esecuzione di un significativo numero di misure in continuo per periodi non inferiori alle 24 ore.

Le rilevazioni in continuo consentono una verifica della classe di rumorosità attribuita in periodo diurno e contestualmente l'acquisizione dei necessari elementi di conoscenza relativamente al periodo notturno.

Si ritiene peraltro necessaria un'attenta riflessione sul tema specifico delle misure notturne, al fine di raccogliere, nel corso del monitoraggio, i parametri necessari a costituire una solida banca dati su cui fondare rielaborazioni future.

Il parametro attualmente di uso comune, cioè il livello L_{Aeq} , non sembra infatti essere, sul periodo di

riferimento notturno, il migliore indicatore rappresentativo della rumorosità: i livelli statistici (L_n), il numero di eventi sonori, il livello massimo degli eventi, la differenza fra il livello massimo ed il livello di fondo, sono parametri acustici che, unitamente al livello equivalente, permettono di meglio caratterizzare il periodo notturno.

In realtà, tenuto conto della maggiore sensibilità dei cittadini alle sollecitazioni acustiche notturne, occorrerebbe partire proprio da un'analisi approfondita del disturbo alla popolazione nel periodo notturno, costruire di conseguenza il migliore indicatore e definire gli appropriati valori-guida.

Nei punti scelti per le rilevazioni in continuo verrà posizionata strumentazione adeguata all'uso anche in assenza di operatori; in ogni caso, tale strumentazione dovrà poter registrare la *time history* su tutto il periodo di rilevazione con risoluzione temporale fino ad un secondo, al fine di permettere:

- una descrizione accurata di tutto il periodo di misura;
- il calcolo dei parametri sopra citati per il periodo notturno;
- l'esecuzione di ulteriori elaborazioni che si rendessero necessarie (eliminazione a posteriori di eventi anomali, individuazione di particolari transiti, ecc.).

La durata delle rilevazioni di questo tipo, che, come si è sottolineato non dovrà essere mai inferiore alle 24 ore, per consentire di descrivere l'andamento del rumore su un ciclo comunque già significativo, potrà essere prolungata per più giorni, fino ad una settimana, qualora si ritenga importante, per la caratterizzazione dell'area in esame, indagare la variabilità infrasettimanale ed in particolare fra i giorni feriali (lunedì - venerdì) ed il fine settimana.

I criteri di scelta dei punti in cui effettuare tale tipologia di rilevazioni sono molteplici e fondamentale è l'esperienza dei tecnici incaricati della progettazione della campagna di misure in ogni singola realtà esaminata, nella definizione di quanti e quali siano i punti da sottoporre a monitoraggio in continuo; alcune indicazioni, senza pretesa di esaustività, vengono nel seguito riportate:

- aree, che sulla base dei dati storici, dell'esperienza o delle analisi effettuate risultano potenzialmente critiche (ad es.: grandi vie di comunicazione, aree industriali, porti, ecc.);
- aree omogenee dal punto di vista acustico, in cui, pertanto, la misura in continuo effettuata in un punto opportunamente scelto, può dare informazioni sulle caratteristiche di variabilità temporale del fenomeno acustico dell'intera area (ad esempio, zone residenziali omogenee per tipologie di viabilità interna, di edifici, ecc.);
- aree di particolare interesse, ai fini del risanamento acustico, per la presenza di recettori sensibili (aree ospedaliere, case di riposo,...);
- aree di particolare interesse, ai fini del risanamento acustico, per la presenza di un'elevata concentrazione di recettori (aree ad elevata densità di popolazione).

In tutti i casi, si ritiene che l'informazione acquisita, pur essendo puntuale in quanto riferita al luogo specifico in cui è stata collocata la strumentazione, possa comunque essere utilizzata, con le

dovute cautele, per la descrizione di un intorno più ampio, senza la pretesa di pervenire ad una mappatura vera e propria, quale quella realizzabile per il periodo diurno.

L'acquisizione di dati orari per periodi prolungati consentirà inoltre il calcolo dei parametri previsti anche dalla proposta di direttiva europea, e quindi di L_{den} e L_{night} , oltre che ovviamente del L_{Aeq} diurno e notturno di cui alla normativa italiana vigente.

Nel caso in cui la sorgente specifica in esame sia il traffico veicolare, è opportuno che alle misure fonometriche siano abbinati rilievi dei flussi di traffico.

7.6.1 Aree interessate dalle principali infrastrutture dei trasporti (stradali e ferroviari)

In questo paragrafo si affronta il problema del monitoraggio acustico di tutte quelle aree, al di fuori dei principali centri abitati, che sono interessate dalla rete viaria e ferroviaria dei trasporti.

Ovviamente, tenuto conto del tessuto urbano regionale, si tratta di aree di estesa superficie e dunque il problema del loro monitoraggio, con le metodologie sopra individuate, non risulterebbe affrontabile in termini di risorse e tempi disponibili.

D'altra parte si suppone, anche se non sempre a ragione, che trattandosi di territorio al di fuori dai principali centri urbani, il numero di residenti che risentono della rumorosità prodotta da un'infrastruttura di trasporto siano comunque limitati.

Occorre pertanto prevedere una metodologia che faccia leva principalmente su due specifiche azioni preliminari:

1) un'oculata scelta preventiva, condotta a livello provinciale, delle infrastrutture di trasporto da sottoporre a monitoraggio;

2) l'introduzione, accanto alle tradizionali misure di rumore, dell'uso di modelli previsionali che integrino su scala più vasta ciò che in modo più ristretto è ricavabile con la semplice misura.

La scelta di cui al punto 1) viene effettuata dalla Provincia e da ARPA sulla base di criteri quali ad esempio la rilevanza del traffico sostenuto (o previsto, in funzione di sviluppi urbanistici o infrastrutturali delle aree attraversate) dalle infrastrutture di trasporto, l'entità dei centri abitati serviti o attraversati, la possibilità di sviluppi programmati, ecc..

Il sistema di monitoraggio può essere strutturato nel modo seguente:

7.6.2 Tratti di strade e ferrovie extraurbane con tessuto edificato circostante ritenuto rado (tratti al di fuori dei centri urbani)

Lungo i tratti così definiti dell'infrastruttura considerata vengono individuate un numero ristretto di postazioni dette "di riferimento" (P_R) nelle quali effettuare misurazioni. Tali posizioni vengono scelte sulla base di una preventiva suddivisione in tratte omogenee, rispetto al traffico sopportato dall'infrastruttura.

Le posizioni P_R vengono scelte in modo da rappresentare con certezza il rumore emesso dall'infrastruttura (sorgente-orientate) e devono dunque essere collocate in vicinanza dell'infrastruttura stessa, ad esempio entro una distanza massima di 100 m dal ciglio stradale o dal binario più esterno. Particolare cura dovrà essere rivolta alla considerazione delle condizioni atmosferiche più sfavorevoli, ossia favorevoli alla propagazione.

Ciò può essere determinato, oltre che da un'analisi preventiva delle condizioni meteorologiche maggiormente ricorrenti nella zona, anche dall'effettuazione contemporanea di misure simmetriche rispetto al tratto di infrastruttura considerata.

I rilievi nei punti P_R vengono eseguiti con modalità operativa analoga a quella delle misurazioni "in continuo" di cui al paragrafo precedente (altezza 4 metri, durata minima 24 ore, tecnica di registrazione della *time history*, ecc.), monitorando, contemporaneamente le condizioni di traffico sul tratto considerato.

I punti P_R vengono introdotti con l'obiettivo esplicito di caratterizzare non solo l'intorno ristretto del punto di misura, ma per costituire fondamento ad un approccio di tipo misto all'estensione su più vasta scala del dato rilevato, mediante una

metodologia che prevede:

a) ulteriori misurazioni di breve durata in altre posizioni dette "secondarie" (P_S) effettuate contemporaneamente alle misure P_R . In tale caso ragionamenti legati al raffronto dei dati rilevati nei punti P_S e P_R permetteranno di estendere il dato P_S su tempi più lunghi, aumentando contemporaneamente anche la dimensione dell'area di validità della descrizione su tali tempi;

b) previsioni modellistiche che considerano, come base di taratura del modello utilizzato, le misure effettuate nei punti P_R . In questo caso l'*input* del modello è rappresentato non solo dai dati di caratterizzazione acustica della sorgente (numero veicoli di una determinata categoria e velocità), ma anche dalla base cartografica informatizzata del territorio circostante all'infrastruttura (nel senso di geometria, morfologia, altimetria, ecc.);

c) una sovrapposizione delle metodologie di cui ai punti a) e b) precedenti. L'uso dei modelli di calcolo viene introdotto per permettere di avere descrizioni su vasta scala dei livelli acustici emessi da un'infrastruttura. Il tratto da descrivere nell'intorno di una qualsiasi infrastruttura (stradale, ferroviaria) dovrebbe essere infatti di 100 m per lato, sufficienti a produrre, qualunque sia l'infrastruttura considerata, un decadimento di 8-10 dBA.

Si tenga comunque presente che, soprattutto in assenza di misurazioni con le quali effettuare la cosiddetta "taratura" del modello, i risultati ottenuti dal calcolo tendono ad avere una consistente incertezza, che può arrivare anche a parecchi dB, tanto più elevata quanto più ci si allontana dalla sorgente predominante.

In ogni caso i modelli da utilizzare dovranno poter tenere conto di: tipo, composizione e frequenza del traffico;

. caratteristiche della strada/ferrovia (pendenza, sezione trasversale, pavimentazione o tipo di

armamento);

. morfologia del terreno circostante (curve altimetriche di isolivello, rivestimento del terreno e degli ostacoli, presenza di vegetazione, ecc.);

. possibilità di tenere separati i contributi provenienti dalle diverse sorgenti;

. in caso risulti necessario (ad esempio, propagazione del suono a grandi distanze dalla sorgente), influenza delle condizioni meteorologiche.

In alcuni casi, soprattutto nel momento in cui il sistema dovrà essere implementato, non viene esclusa la possibilità di poter utilizzare due modelli in contemporanea sullo stesso territorio, in modo da evidenziare eventuali errori sistematici che un singolo modello può introdurre.

7.6.3 Tratti di strade e ferrovie extraurbane con tessuto edificato circostante ritenuto consistente (attraversamento dei centri urbani)

La metodologia definita al punto precedente rimane sostanzialmente valida, ma occorre incrementare il numero dei punti di misura P_R (ed eventualmente P_S), con il fine di descrivere con maggiore accuratezza l'intorno dell'infrastruttura in una situazione di maggiore complessità e costituire pure una migliore base per la taratura del modello previsionale che si vuole utilizzare.

Ovviamente, nel caso di tratti attraversati fortemente urbanizzati, con parecchi scambi di traffico con la viabilità circostante, non si esclude a priori la possibilità di utilizzare la metodologia delineata al paragrafo precedente, soprattutto se si intende analizzare rumorosità emesse non solo da quella infrastruttura.

Relativamente alle infrastrutture di trasporto sovraregionali (strade statali e ferrovie), già oggetto del D.Lgs. 285/92 e successive modifiche, nonché del D.M. 29/11/2000 relativo ai risanamenti, si ritiene che il monitoraggio dovrà essere assicurato dagli Enti gestori (ANAS, FS, ecc.) sulla base di accordi stipulati a livello regionale, che permettano di ottenere comunque un dato conforme alle specifiche fissate dalla presente proposta di rete di monitoraggio.

7.6.4 Parametri e frequenze di rilevamento

Il descrittore acustico fondamentale è il livello continuo equivalente relativo al tempo a lungo termine, $L_{Aeq,TL}$, espresso relativamente ai due periodi di riferimento, L_{Aeq} diurno e L_{Aeq} notturno.

Di fatto, la descrizione spaziale del fenomeno sonoro è basata sul primo dei due descrittori succitati (L_{Aeq} diurno), mentre soltanto per alcuni punti più rappresentativi si avrà anche la possibilità di una descrizione in termini di L_{Aeq} notturno.

Qualora si effettuino misure in continuo, è possibile, come già specificato, anche il calcolo dei descrittori previsti dalla proposta di direttiva europea (L_{den} e L_{night}).

Per determinare i descrittori acustici scelti e per caratterizzare il più compiutamente possibile le aree di monitoraggio, si misurano le grandezze acustiche riportate nella Tabella seguente, suddivise per

i tre macro-casi descritti.

Per la scelta del periodo in cui effettuare le campagne di misura, all'interno del tempo a lungo termine (ragionevolmente rappresentato dall'anno) è necessario discriminare i giorni caratterizzati da condizioni di rumorosità che si possono definire anomali, in riferimento alla specifica realtà considerata; in particolare la scelta del/i periodo/i in cui procedere al campionamento deve essere condotta sulla base delle informazioni note a priori riguardo alla variabilità deterministica, sia occasionale (dovuta ad esempio ad alterazioni nelle condizioni di funzionamento della sorgente, quali scioperi, presenza di cantieri, ecc.), sia quella periodica o ricorrente della rumorosità (differenza dei giorni feriali rispetto a sabato e domenica, presenza di mercati settimanali) [Poggi e al., 2001].

	Parametri rilevati
Aree urbane	
Mappatura diurna	L_{Aeq} sul tempo di misura, L_{max} , L_{min} , Livelli statistici L_n , SEL
Misure in continuo	L_{Aeq} orario, L_{max} , L_{min} , Livelli statistici L_n , Short L_{Aeq} (<i>time history</i>), SEL
Altre aree	
Infrastrutture trasporti	L_{Aeq} orario / L_{Aeq} sul tempo di misura, L_{max} , L_{min} , Livelli statistici L_n , Short L_{Aeq} (<i>time history</i>), SEL

Tabella 7.6.4.1

Qualora non sia rilevante la vocazione turistica delle aree oggetto di indagine, si può ritenere che misure effettuate nel corso dell'anno scolastico (settembre-giugno), escludendo particolari situazioni occasionali, possano bene rappresentare la situazione "media" annuale [Piromalli, 1995; Poggi e al., 2001].

Nel caso invece in cui si vadano a considerare zone caratterizzate da spiccata vocazione ad un turismo stagionale sarà necessario procedere ad una doppia indagine.

In base alle caratteristiche intrinseche della componente rumore (che non subisce variazioni rilevanti nel tempo se non intervengono modifiche significative delle sorgenti), ed in considerazione dei costi e dell'impegno necessario a realizzare l'indagine di campo e le successive elaborazioni, si ritiene che l'aggiornamento complessivo del monitoraggio acustico possa avvenire ad intervalli di tempo piuttosto

lunghi (ad esempio, ogni 5 – 10 anni), anche con riferimento alle tempistiche previste per gli strumenti della pianificazione urbanistica. Si ritiene altresì che verifiche ed aggiornamenti parziali debbano essere effettuati ogni due anni in riferimento alla predisposizione della relazione biennale sullo stato acustico da parte dei Comuni. In particolare, nei casi in cui si verificano modifiche sostanziali della situazione urbanistica o l'organizzazione della viabilità provochi modifiche rilevanti nelle

condizioni di traffico, la mappatura dovrà essere rivista, eventualmente limitando l'indagine e l'aggiornamento delle mappe alle porzioni di territorio in cui tali modifiche abbiano prodotto effetti rilevabili dal punto di vista acustico.

8. Stima dei costi

Le risorse necessarie all'implementazione di una rete regionale di monitoraggio del rumore in ambiente urbano ed extraurbano, dipendono essenzialmente dal livello di struttura della rete ex-ante, intendendo il livello di partenza della rete sulla quale si integrano gli strumenti e le risorse umane.

Anche se nella fase progettuale di massima, preliminare a quella esecutiva, l'incidenza delle risorse umane è una stima alquanto difficile e arbitraria; si perverrà comunque ad un risultato approssimativo che tenta di rispondere al completamento delle competenze esistenti.

Messa in opera della rete e campagne di monitoraggio

Per le fasi di messa in opera della rete, di raggiungimento della funzionalità minima del sistema, verranno utilizzate le strutture ed il personale attualmente presenti nella Struttura Centrale e nei Dipartimenti Provinciali (ex L.I.P.), che operano già in materia, ottenendo un'immediato aumento della produttività e della qualità delle prestazioni.

Tuttavia per garantire nella fase di avvio le risorse economiche all'attività di posizionamento delle centraline per il monitoraggio in continuo e considerato che ciascuna centralina dovrà essere riposizionata mediamente ogni settimana circa, si è ritenuto di dover prevedere, nella attuale situazione dell'Agenzia caratterizzata da una grave carenza di personale, le risorse finanziarie per la rilocalizzazione delle centraline sull'intero territorio regionale mediante l'esternalizzazione di tale servizio per un anno, di cui la tabella seguente riporta la stima del costo.

Tabella 8.1 – Stima dei costi di rilocalizzazione delle centraline

NUMERO DI CENTRALINE DA RILOCARE	NUMERO DI RILOCAZIONI PER CENTRALINA	COSTO PER RILOCAZIONE IVA ESCLUSA (€)	COSTO ANNUO TOTALE IVA ESCLUSA (€)
29 ⁷	45	200,00	261.000

Il costo unitario per rilocalizzazione è da intendersi come costo medio considerando l'intervento di due operatori, di cui almeno uno in possesso di adeguate conoscenze tecniche, e l'uso di un autoveicolo

⁷ Numero di centraline da acquistare secondo le previsioni progettuali.

per la copertura dei percorsi sia urbani che extraurbani. Tale stima è stata desunta, per analogia, dal corrispettivo previsto per ogni riposizionamento di centralina nell'ambito del progetto della rete regionale di monitoraggio dei campi elettromagnetici,

L'adeguamento delle piante organiche previsto dalla Legge istitutiva dell'ARPA Sicilia permetterà, successivamente, di adattare le risorse necessarie alla piena operatività ed al massimo utilizzo del sistema oggetto della presente progettazione.

Formazione del personale

Nella presente progettazione è prevista un'attività di formazione relativa all'uso della strumentazione, già inclusa nei costi delle apparecchiature, si è ritenuto comunque necessario, per le particolari attività che dovranno essere svolte (utilizzo di modelli previsionali, monitoraggio specifico sulle infrastrutture di trasporto, ecc.) di dover prevedere alcune fasi di formazione su problematiche specifiche.

Formazione personale	48.000,00 €
----------------------	-------------

Gestione tecnico-amministrativa

Le spese necessarie alla gestione tecnico-amministrativa, all'attività di monitoraggio e di indirizzo del progetto sono stimate in 72.416,00 €

Quadro economico riassuntivo

Si riporta di seguito il quadro economico riassuntivo comprensivo della stima dei costi delle risorse strumentali.

	Costo unitario in euro (IVA esclusa)	Costo unitario in euro (IVA inclusa)	Quantità	Totale in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA esclusa
Hardware, software di base, di produttività individuale, software per modellizzazione						
Scanner a colori a piano fisso	€ 2.820,00	€ 3.384,00	3	€ 10.152,00		
Stampante laser A4 a colori	€ 1.000,00	€ 1.200,00	3	€ 3.600,00		
Stampante inkjet A3 a colori	€ 500,00	€ 600,00	3	€ 1.800,00		
Plotter A0	€ 4.400,00	€ 5.280,00	2	€ 10.560,00		
Videoproiettore	€ 1.800,00	€ 2.160,00	3	€ 6.480,00		
PC laptop portatile	€ 1.860,00	€ 2.232,00	10	€ 22.320,00		
Digitizer A1	€ 3.000,00	€ 3.600,00	1	€ 3.600,00		
Software previsionale completo di moduli industriale, stradale, ferroviario ed aeroportuale		€ 32.000,00	3	€ 96.000,00		
PC desktop (per modellistica)	€ 3.000,00	€ 3.600,00	3	€ 10.800,00	€ 165.312,00	€ 137.760,00

	Costo unitario in euro (IVA esclusa)	Costo unitario in euro (IVA inclusa)	Quantità	Totale in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA esclusa
Strumentazione di misura						
Fonometri integratori ed analizzatori	€ 25.000,00	€ 30.000,00	2	€ 60.000,00		
Fonometri portatili	€ 10.000,00	€ 12.000,00	11	€ 132.000,00		
Centraline fonometriche rilocabili	€ 12.000,00	€ 14.400,00	20	€ 288.000,00		
Centraline complete (fonometro analizzatore, stazione meteo contatraffico,)	€ 18.000,00	€ 21.600,00	9	€ 194.400,00	€ 674.400,00	€ 562.000,00

	Costo unitario in euro (IVA esclusa)	Costo unitario in euro (IVA inclusa)	Quantità	Totale in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA esclusa
Mezzi mobili						
Mezzi mobili (autoveicoli e carrelli)	€ 32.500,00	€ 39.000,00	2	€ 78.000,00	€ 78.000,00	€ 65.000,00

	Costo unitario in euro (IVA esclusa)	Costo unitario in euro (IVA inclusa)	Quantità	Totale in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA esclusa
Arredi						
Scrivania operativa dimensioni 140 x 80 x 72 h circa	€ 186,00	€ 223,20	20	€ 4.464,00		
Cassettiera 3 + 1 cassetti	€ 157,00	€ 188,40	20	€ 3.768,00		
Tavolo porta video/stampante dimensioni 60 x 80 x 72 h circa	€ 178,00	€ 213,60	20	€ 4.272,00		
Libreria dimensioni 90 x 45 x (70 + 140) cm circa	€ 319,00	€ 382,80	20	€ 7.656,00		
Poltrona ergonomica	€ 145,00	€ 174,00	40	€ 6.960,00		
Sedia fissa senza braccioli	€ 50,00	€ 60,00	20	€ 1.200,00		
Armadi metallici	€ 299,00	€ 358,80	40	€ 14.352,00	€ 42.672,00	€ 35.560,00

		Totale lotto in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA esclusa
Servizio rilocalizzazione centraline			
Servizio rilocalizzazione centraline	€ 313.200,00	€ 313.200,00	€ 261.000,00

		Totale lotto in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA esclusa
Formazione personale			
Formazione personale	€ 48.000,00	€ 48.000,00	€ 40.000,00

		Totale lotto in euro IVA inclusa	Totale lotto in euro IVA esclusa
Gestione tecnico amministrativa			
Gestione tecnico amministrativa	€ 72.416,00	€ 72.416,00	€ 60.346,67

TOTALE progetto IVA inclusa	€ 1.394.000,00
------------------------------------	-----------------------

9. Conclusioni

Nell'ottica di un miglioramento della qualità dell'ambiente urbano ed in armonia con gli strumenti urbanistici esistenti ed in generale gli strumenti di pianificazione e programmazione del territorio urbano, è possibile attivare le seguenti azioni:

- Promozione dei piani di riduzione dell'inquinamento acustico;
- Informazione ed educazione per cambiare i comportamenti dei singoli cittadini;
- Pianificazione e gestione integrata;
- Promozione miglioramento della qualità ambientale delle infrastrutture
- Adozione dei sistemi di attenuazione attivi e passivi per il traffico;
- PUT, PRG si adeguano agli obiettivi del piano comunale di risanamento acustico.

Bibliografia

- [1] Atti del seminario “Programma SINA: Progetto *Analisi e progettazione delle reti di monitoraggio ambientale su scala regionale e sub-regionale*”, 4 dicembre 2001 – Proposta di una organizzazione di una rete di monitoraggio dell’inquinamento acustico. A cura di Roberto Sogni, ARPA Sezione Provinciale di Piacenza.
- [2] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 Marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 57 del 8 marzo 1991;
- [3] Direttiva 2002/49/CE
- [4] RSA Sicilia, 2002
- [5] Legge 447/95
- [6] DPCM novembre 1997
- [7] APAT, 2003 - Annuario dei dati ambientali
- [8] Indagine acustica nel comune di Busalla
- [9] Linee guida per l’elaborazione dei piani comunali di risanamento acustico (ANPA)
- [10] Circolare dell’Assessorato Territorio e Ambiente- Gruppo XVII, prot. 4428 del 2 marzo 1998: “ Applicazione Legge 447/95, adempimenti dei Comuni, adeguamento regolamenti di igiene e sanità, relazione sullo stato acustico del Comune, applicazione di sanzioni amministrative”
- [11] Manuale dell’ingegnere – Nuovo Colombo, HOEPLI
- [12] I. Barducci “Acustica applicata”. E.S.A., Milano 1988
- [13] Quaderni per l’ambiente Veneto
- [14] Rete di monitoraggio di Trento
- [15] Quaderno d’informazione sulla L.Q. 447/95 e sui decreti attuativi.
- [16] Linee guida per la classificazione acustica dell’ARPA Piemonte
- [17] Linee guida per l’elaborazione dei piani comunali di risanamento acustico
- [18] Piromalli et. al., Indagine acustica nel Comune di Busalla, A.R.P.A.L., Dipartimernto provinciale di Genova, ottobre 2001
- [19] Callegari A., Franchini A., 2000, *Rassegna degli effetti derivanti dall’esposizione al rumore*, RTI CTN_AGF 3/2000, Roma, I, Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente – Verona, I, Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici.
- [20] Capuana C., Cicero M.G., D’Arpa G., et al., 2002, *Il rilevamento dell’inquinamento acustico ed atmosferico nel comune di Palermo, 4^a Relazione 2001-2002*. AMIA, Palermo.
- [21] Licitra G. , 2003, *La direttiva europea sulla determinazione e la gestione del rumore ambientale*. Convegno AIA Ferrara 2003
- [22] AA.VV., RTI CTN-AGF 4/2000
- [23] R.E.R., 2000; Callegari, De Donato e Regazzi, 2001