



Società Autostrada Tirrenica p.A.

GRUPPO AUTOSTRADAE PER L'ITALIA S.p.A.

**AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA
LOTTO 2**

TRATTO: SAN PIETRO IN PALAZZI–SCARLINO

PROGETTO DEFINITIVO

**INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE
NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGOLATE
DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006**

**SOMME A DISPOSIZIONE
MONITORAGGIO AMBIENTALE
RELAZIONE**

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Ferruccio Bucalo Ord. Ingg. Genova N. 4940 RESPONSABILE UFFICIO MAM–SUA	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015 COORDINATORE GENERALE APS	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE
---	--	---

RIFERIMENTO ELABORATO				DATA:		REVISIONE	
—	DIRETTORIO			FILE		FEBBRAIO 2011	
	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo	n.		
—	1	2	1	2	0	1	MAM001
							SCALA: —

 ingegneria europea	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Ferruccio Bucalo O. I. Genova N. 4940

RESPONSABILE DI COMMESSA Ing. Michele Parrella Ord. Ingg. Avellino N. 933 COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	---	--

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE	5
3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO	7
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	7
3.2. ANALISI DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE.....	8
3.3. COMPONENTI AMBIENTALI SELEZIONATE	9
3.3.1. <i>COMPONENTE ATMOSFERA</i>	9
3.3.2. <i>COMPONENTE RUMORE</i>	10
3.3.3. <i>COMPONENTE VIBRAZIONI</i>	11
3.3.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i>	12
3.3.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i>	13
3.3.6. <i>COMPONENTE FAUNA E VEGETAZIONE</i>	14
3.4. METODICHE DI RILEVAMENTO	16
3.4.1. <i>ATMOSFERA</i>	16
3.4.2. <i>RUMORE</i>	21
3.4.3. <i>VIBRAZIONI</i>	26
3.4.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i>	31
3.4.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i>	35
3.4.6. <i>COMPONENTE FAUNA</i>	37
3.4.7. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i>	40
4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	42
4.1. COMPONENTE ANTROPICA	42
4.1.1. <i>ATMOSFERA</i>	42
4.1.2. <i>RUMORE</i>	44
4.1.3. <i>VIBRAZIONI</i>	46
4.2. COMPONENTE IDRICA	48
4.2.1. <i>ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI</i>	48
4.2.2. <i>ACQUE SOTTERRANEE</i>	53
4.3. COMPONENTE NATURALE	56

4.3.1. FAUNA	56
4.3.2. VEGETAZIONE.....	57
5. ASPETTI ORGANIZZATIVI.....	59
5.1. STRUTTURA OPERATIVA	59
5.2. PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ	60
6. SISTEMA INFORMATIVO.....	62
6.1. ARCHITETTURA DEL SISTEMA.....	63

TAVOLE

- Tav. 1: Corografia scala 1:25.000
- Tav. 2-3-4-5-6-7-8: Ubicazione dei siti di monitoraggio scala 1:5.000

1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano di Monitoraggio Ambientale** relativo al progetto di realizzazione dell'autostrada A12 nel tratto **S. Pietro in Palazzi – Scarlino** (Lotto 2); l'intervento è inserito nel più ampio intervento di realizzazione del tronco sud per il completamento del corridoio tirrenico che si estende dallo svincolo di Grosseto Sud alla A12 Roma-Civitavecchia.

L'intervento, che interesserà un tratto di circa 62 +000 km ha inizio in corrispondenza del km 0+000, posta in prossimità del km 283+560 circa della SS1 Aurelia esistente (verso delle progressive da sud verso nord), ricade all'interno del territorio della Regione Toscana, nelle province di Grosseto e Livorno e interessa i Comuni di Scarlino, Massa Marittima, Follonica, Piombino, Campiglia Marittima, San Vincenzo, Castagneto Carducci, Bibbona, Montescudaio, Riparbella e Cecina.

Scopo fondamentale del Piano di Monitoraggio è quello di operare un'azione di controllo sul territorio al fine di valutare gli effetti della costruzione delle opere autostradali fino alla loro entrata in esercizio, nonché di verificare l'efficacia delle opere di mitigazione.

In dettaglio, il Piano si prefigge i seguenti obiettivi:

- analizzare le condizioni ante operam al fine di comprendere le dinamiche ambientali esistenti;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali;
- verificare le interferenze ambientali che si possono manifestare per effetto della realizzazione dell'opera, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio estranee ai lavori autostradali;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze in modo da evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti per la qualità ambientale della zona;
- verificare l'efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli eventuali impatti indotti dai lavori autostradali;
- controllare la fase di entrata in esercizio delle opere.

Prerogativa fondamentale del Piano di Monitoraggio è inoltre quella di configurarsi come strumento flessibile in grado di adattarsi, durante la fase di corso d'opera, ad una eventuale riprogrammazione delle attività di monitoraggio, (frequenze di campionamento, parametri da misurare, siti da monitorare, ecc.) a seconda delle specifiche esigenze e necessità che si potranno determinare nel corso dell'avanzamento dei lavori autostradali.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1. Descrizione dell'area di intervento

Il territorio interessato dal Lotto 2 è per gran parte compreso nel bacino idrografico definito "Toscana Costa" nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana (2005).

Il bacino Toscana Costa è diviso in quattro sottobacini: Cecina, Cornia, Pecora e Fine. I due sottobacini più importanti sono il Cecina ed il Cornia, che rispettivamente si estendono su una superficie pari a 765 ha e 435 km². La Valle del Cecina, suddivisibile in Alta e Bassa, è una rilevante trasversale fisica che lega la costa ai territori interni della Toscana. Gran parte dell'area è collinare, con un sistema che separa il bacino dell'Era da quello del Cecina (a Nord), uno che separa il bacino del Cecina da quello del Cornia (a Sud-Ovest) ed uno che separa la pianura costiera dal Torrente Sterza (ad Ovest). Il bacino idrografico del Cecina è delimitato a Nord dalle alture di Riparbella, Montecatini e Volterra, ad Est dalle Cornate, a Sud dalle alture di Micciano, Libbiano, Querceto e La Sassa. Le quote più elevate si raggiungono nella porzione meridionale (Aia dei Diavoli, 875 m s.l.m.), mentre solo in corrispondenza del medio corso del Cecina si trova una pianura alluvionale di modesta ampiezza che, con le sue quote inferiori ai 100 m s.l.m., costituisce l'area meno elevata della valle. Il sistema idrografico principale è quello costituito dal Fiume Cecina e dai suoi affluenti, in un bacino caratterizzato da una forte asimmetria trasversale, in quanto i tributari di destra presentano corsi più brevi e di maggior pendenza rispetto a quelli di sinistra.

La parte più meridionale del tracciato, nei pressi di Follonica, ricade invece nel Bacino idrografico del F. Fiora che nasce dal gruppo dell'Amiata e, dopo un percorso di 80 km, lungo il quale segna in due tratti il confine tra il Lazio e la Toscana, sfocia nel Mar Tirreno all'altezza di Montalto di Castro. Dal punto di vista ambientale e geomorfologico il fiume può essere diviso in tre tratti distinti. Il primo va dalle sorgenti fino al ponte della SS 74 ed è compreso interamente entro i confini amministrativi della Regione Toscana. In questo tratto il fiume scorre in una valle piuttosto ampia e per la maggior parte del suo corso, l'alveo è fortemente diramato ed allargato, anche per la presenza di escavazioni in alveo. Il secondo tratto va dal ponte suddetto alla località detta "Castellaccio di Vulci", poco a valle del Ponte dell'Abbadia, ed è caratterizzato da profonde gole in un territorio scarsamente antropizzato ed impiegato per attività agricole e silvo-pastorali. Il terzo tratto va dal "Castellaccio" alla zona di foce: qui il fiume entra nel suo tratto pianiziale e scorre circondato da aree coltivate in modo intensivo.

La porzione di territorio studiata, fatta eccezione per i rilievi collinari a Nord di Follonica e per quelli in comune di San Vincenzo, è a morfologia da pianeggiante a sub pianeggiante pertanto la bibliografia idrogeologica dispone di pubblicazioni focalizzate sui sistemi acquiferi ospitati nei sedimenti sottostanti le pianure alluvionali e costiere di pertinenza dei principali corsi d'acqua. Tra queste si individuano, da Nord a Sud:

- la pianura alluvionale della bassa valle del F. Cecina;
- la pianura costiera del F. Cornia;
- la pianura costiera di Follonica-Scarlino.

2.2. Descrizione generale del progetto stradale

Il tracciato autostradale in progetto presenta uno sviluppo complessivo di circa 62,3 km. La progressiva iniziale, pari al km 0+000, è posta in prossimità del km 283+560 circa della SS1 Aurelia esistente (progressive crescenti da sud verso nord), coincidente con il km 4+273, progressiva di fine Lotto1 (da nord verso sud), circa 1,5 km prima dell'attuale svincolo di S.Pietro in Palazzi (di cui è prevista la dismissione).

L'intervento prevede per buona parte dell'intero intervento da S.Pietro in Palazzi a Scarlino l'adeguamento dell'attuale sede stradale ad una sezione di tipo autostradale di larghezza complessiva pari a 24.00 metri, composta da due carreggiate suddivise da un margine interno di 3.00 metri con banchine in sinistra di 70 cm; ciascuna carreggiata sarà composta da 2 corsie di marcia di larghezza $L=3.75$ metri e da corsie di emergenza di larghezza $L=3.00$ metri.

L'intervento per la quasi totalità dello sviluppo si configura come un ampliamento in sede (simmetrico o asimmetrico), a meno di un breve tratto ($L=600$ m) in variante (fuori sede) in prossimità della stazione ferroviaria di Bolgheri, nel comune di Bibbona.

Laddove possibile (sostanzialmente nei tratti in rettilineo e nelle curve di ampio raggio) è stata presa in considerazione una soluzione "ottimizzata" che prevede un minor ingombro della sezione di progetto, riducendo la larghezza del margine interno a $L=2.20$ m, compatibilmente con gli spazi di funzionamento della barriera di sicurezza

Aree di cantiere

In funzione delle attività e del personale presente in cantiere sono stati individuati lungo la tratta n. 4 aree dove ubicare gli impianti di seguito elencati.

Cantiere CB01

Tale area è ubicata alla progr. 24+600 della nuova A12 lato carr. dir. Nord, nel territorio del comune di Castagneto Carducci e sono stati previsti:

- Campo Base
- Cantiere Operativo
- Area di Caratterizzazione Terre
- Impianto di Produzione Asfalti
- Impianto di Produzione Calcestruzzi

L'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza alla realizzanda autostrada, in corrispondenza dello svincolo di progetto "San Vincenzo Nord" e della barriera di esazione di progetto "San Vincenzo", e direttamente accessibile da "Via Aurelia Serristori". Considerata la morfologia dell'area e i manufatti/infrastrutture esistenti, si è optato per la realizzazione di un'area di cantiere suddivisa in 4 sub-aree distinte, collegate tra di loro attraverso la viabilità pubblica costituita da "Via Aurelia Serristori". Da quest'ultima è possibile accedere, tramite cancelli, a ciascuna sottoarea. Inoltre, trovano ubicazione nelle aree adibite alla produzione asfalti ed alla caratterizzazione terre, le aree adibite a "lavaggio ruote". Nell'area caratterizzazione terre è stata altresì prevista una "pesa" per gli automezzi.

Cantiere CO01

Oltre al cantiere base, si prevede di installare un cantiere operativo alla progressiva km 8+100 in adiacenza alla carreggiata sud della nuova autostrada A12, nel Comune di Bibbona, sfruttando la geometria del futuro svincolo "Bibbona – La California". Il cantiere operativo risulta direttamente accessibile dalla S.P.39 "Via Aurelia Sud".

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti svincoli e corpo stradale. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione terre.

Cantiere CO02

Si prevede di installare un cantiere operativo alla progressiva km 46+100 in adiacenza alla carreggiata nord della nuova autostrada A12, nel Comune di Piombino, sfruttando la geometria del futuro svincolo "Riotorto". Il cantiere operativo risulta direttamente accessibile dalla S.P.21.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti svincoli e corpo stradale. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione inerti.

Cantiere CO03

Completa le aree di cantiere a servizio del Lotto 2, un cantiere operativo alla progressiva km 60+200 in adiacenza alla carreggiata nord della nuova autostrada A12, nel Comune di Scarlino, sfruttando la geometria del futuro svincolo "Scarlino". Il cantiere operativo risulta direttamente accessibile dalla S.P.152 "via Aurelia Vecchia" tramite la Strada Provinciale Vado all'Arancio.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti svincoli e corpo stradale. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione inerti.

3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

3.1. Aspetti generali e requisiti del Piano di Monitoraggio

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è stato redatto e strutturato innanzitutto sulla base delle prescrizioni CIPE di riferimento, oltre che delle Linee Guida emanate dal Ministero dell'Ambiente; tiene conto inoltre delle informazioni presenti nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto in esame, nell'ambito del quale è stata condotta un'analisi dettagliata di tutte le componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell'intervento in oggetto.

La selezione delle componenti è stata operata anche in ottemperanza delle indicazioni e delle prescrizioni della sopra richiamata Delibera CIPE n.116 del 18.12.2008, di seguito brevemente sintetizzate:

- **è richiesta la predisposizione di un Piano di Monitoraggio** da redigere secondo le Linee Guida della Commissione Speciale VIA;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della componente rumore**, che preveda campagne di rilevamento del clima acustico ante operam presso tutti i ricettori che nello studio acustico presentano esuberanti dei limiti di legge;
- **è richiesto un programma di monitoraggio per i corsi d'acqua interessati direttamente dai lavori** in particolare per i corsi d'acqua Cecina, Pecora, Cornia e Fosso Camilla;
- **è richiesta la predisposizione di un censimento dei ricettori sensibili quali pozzi, sorgenti e falda freatica in corrispondenza degli ambiti a maggior criticità, volti a determinare gli impatti negativi e le misure idonee di mitigazione**; per tale motivo è previsto un monitoraggio della componente idrica sotterranea per le captazioni prossime alla soluzione di progetto.
- **è richiesto un programma di monitoraggio ante e post operam dei campi elettromagnetici** per gli eventuali ricettori ritenuti particolarmente esposti;

Sulla base della documentazione tecnica consultata e delle prescrizioni sopra riportate, sono state selezionate le seguenti componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell'interconnessione che saranno oggetto di monitoraggio:

- Atmosfera;
- Rumore;
- Vibrazioni
- Ambiente idrico superficiale;
- Ambiente idrico sotterraneo;
- Fauna e Vegetazione

Il Piano di Monitoraggio non prevede rilievi per i campi elettromagnetici in quanto nel lotto in oggetto non ci sono ricettori particolarmente esposti.

L'esatta localizzazione dei punti di misura potrà subire variazioni durante la fase ante operam in base a richieste degli Enti di Controllo ed alla disponibilità dei proprietari delle aree in cui verranno eseguite le misure.

Al fine di definire i valori di tutela ambientale che esprimano effettivamente la compatibilità con le attività previste per la realizzazione del progetto autostradale, saranno stabilite le

soglie di azione da attribuire ai principali indicatori ambientali individuati per le diverse componenti monitorate.

Di seguito si riportano alcune considerazioni sintetiche suddivise per settore ambientale e relative ai vari aspetti analizzati durante la stesura e la definizione del Piano di Monitoraggio Ambientale.

Settore Antropico

Dato il non elevato grado di urbanizzazione della zona interessata dall'intervento, le componenti più strettamente legate alla sfera antropica, in particolare la **qualità dell'aria** e il **clima acustico e vibrazionale**, non risultano particolarmente vulnerabili e sensibili. E' stata comunque definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni.

Settore Idrico

Gli interventi previsti in corrispondenza di sciolari, ponti e attraversamenti fluviali, con la realizzazione di opere in alveo, quali sistemazioni spondali, guadi provvisori e ampliamento di pile e spalle e la presenza di interventi di rimodellamento morfologico di alcune zone con movimenti di materiale, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare riferimento agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali. All'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale è stata quindi prevista la componente ambientale legata a tali aspetti, denominata nel seguito Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali.

In relazione alla tipologia costruttiva del tratto in esame, la componente Acque Sotterranee è stata inserita all'interno del PMA con lo scopo di monitorare la possibile alterazione del regime idraulico sotterraneo e del chimismo delle acque a seguito di eventuali infiltrazioni locali derivanti dalle lavorazioni. In particolare la scelta delle captazioni critiche è stata effettuata sulla base delle aree geomorfologicamente più vulnerabili.

Settore Naturale

L'area interessata dall'opera risulta moderatamente antropizzata, con la scomparsa parziale della vegetazione spontanea a favore delle coltivazioni arboree ed erbacee; le cenosi vegetali residue possono considerarsi di origine seminaturale ma dato il buon grado di conservazione è stata definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale per il controllo delle componenti ambientali Fauna e Vegetazione. Questo anche in relazione alla vicinanza del Sito di Importanza denominato IT51A0006 -SIC Padule di Scarlino nel quale però, come risulta dall'analisi di incidenza, l'opera non compromette l'integrità del sito.

3.2. Analisi dello Studio di Impatto Ambientale

Si riportano nel seguito alcune considerazioni tratte da un'analisi dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) svolta allo scopo di verificare quali delle indagini effettuate in quella fase di studio possano risultare utili come riferimento dei livelli di qualità per le diverse componenti ambientali in condizioni indisturbate.

Per il lotto 2 il SIA è stato redatto nel 2005 ed integrato nel 2006 eseguendo delle indagini ambientali sull'intera tratta Rosignano-Civitavecchia. Considerando che le indagini sono datate nel tempo e che la maggior parte di esse non ricadono nel lotto in oggetto, quanto contenuto nel SIA non può essere utilizzato come integrazione e completamento delle indagini ante operam

3.3. Componenti ambientali selezionate

3.3.1. Componente atmosfera

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano le situazioni di impatto che possono verificarsi in fase di esercizio del nuovo tratto autostradale.

Le campagne di monitoraggio ante operam e in fase di cantierizzazione hanno pertanto l'obiettivo primario di valutare gli incrementi dei livelli di concentrazione delle polveri aerodisperse in corrispondenza di particolari ricettori, al fine di individuare le possibili criticità e di indirizzare gli interventi di minimizzazione.

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo di fornire una base di riferimento aggiornata, per quanto riguarda le concentrazioni di fondo delle polveri nelle aree e nei punti in cui le attività di cantiere potranno determinare un significativo impatto.

Le fasi operative, che durante la realizzazione dell'intervento in progetto possono essere particolarmente critiche per l'emissione di polveri, sono le seguenti:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di cantiere;
- esercizio degli impianti di betonaggio;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere;

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarsi di polveri dalle pavimentazioni stradali al transito dei mezzi pesanti, dal risollevarsi di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento, da importanti emissioni localizzate nelle aree di deposito degli inerti, dello smarino e degli impianti di betonaggio.

La caratterizzazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante una serie di rilievi in punti di monitoraggio fisicamente coincidenti con i ricettori interessati dalle attività di cantiere.

Al fine di comporre un quadro conoscitivo dettagliato dei livelli di inquinamento atmosferico e delle sue cause negli ambiti territoriali interessati dal progetto di monitoraggio è fondamentale definire preliminarmente i criteri utilizzati per la scelta dei punti di misura e individuare i fattori la cui variazione potrebbe causare la necessità di modificare il piano ipotizzato.

Questo problema è particolarmente sentito per le attività di corso d'opera, dove è più facile che l'organizzazione dei cantieri e della viabilità annessa sia soggetta a modifiche determinate da esigenze di ottimizzazione delle tipologie e delle fasi di lavorazione.

I punti di monitoraggio destinati a completare il quadro di riferimento ante operam sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricevente prossimo ai tracciati autostradali;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricevente prossimo ai cantieri principali e secondari;

I punti di monitoraggio per il corso d'opera sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricevente prossimo ai fronti di avanzamento delle lavorazioni in corrispondenza dei tracciati autostradali;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricevente prossimo ai cantieri principali e secondari;

Il monitoraggio in corso d'opera sarà effettuato sui medesimi punti selezionati, in fase di monitoraggio ante operam, per caratterizzare la qualità dell'aria nelle aree che saranno interessate dalle attività di cantiere, cave, depositi e viabilità di servizio.

I punti di monitoraggio per il post operam sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai tracciati autostradali;
- il monitoraggio post operam sarà ripetuto sui medesimi punti selezionati, in fase di monitoraggio ante operam, per caratterizzare la qualità dell'aria delle aree interessate dall'attuale esercizio.

La localizzazione precisa dei punti di monitoraggio riportata nelle tavole allegate potrà essere oggetto di integrazioni e modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (ante, corso e post operam) ed a seguito dei previsti sopralluoghi da parte degli Enti competenti.

3.3.2. Componente rumore

Il controllo del rumore nelle aree interessate dal progetto si configura, nella fase di monitoraggio ante operam, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di degrado, per poi assumere in corso d'opera e in esercizio il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

Il monitoraggio ante operam ha lo scopo di fornire una esaustiva ed aggiornata base di riferimento dei livelli e delle dinamiche degli indicatori di rumore in un insieme di aree e punti relativi al tracciato autostradale attuale, alle aree e viabilità di cantiere e al tracciato autostradale di progetto.

I criteri generali per la scelta delle aree e delle sezioni di monitoraggio si basano sull'individuazione di:

- aree attraversate dall' infrastruttura attuale già ora "sofferenti" (nuclei abitati);
- aree di massima interazione opera-ambiente, con particolare attenzione agli effetti sinergici determinati da sorgenti di rumore presenti sul territorio;
- principali centri abitati attraversati da mezzi di cantiere;
- presenza di ricettori particolarmente vulnerabili (scuole, ospedali, ecc.);
- aree attualmente silenziose per le quali può essere prevista una accentuata dinamica negativa degli indicatori.

Nelle fasi di realizzazione dell'opera si verificheranno le emissioni di rumore di tipo continuo (impianti fissi, lavorazioni continue), discontinuo (montaggi, traffico mezzi di trasporto, lavorazioni discontinue) e puntuale. Le principali emissioni dirette e indirette di rumore derivanti dalle attività del corso d'opera sono attribuibili alle fasi sotto indicate:

- costruzione del tracciato;
- esercizio dei cantieri industriali e dei campi base;
- costruzione o adeguamento della viabilità di cantiere;
- movimentazione dei materiali di approvvigionamento ai cantiere
- movimentazione dei materiali di risulta alle aree di deposito
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito

- esercizio delle aree di deposito.

La localizzazione precisa dei punti di monitoraggio riportata nelle tavole allegate potrà essere oggetto di integrazioni e modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (ante, corso e post operam) ed a seguito di eventuali sopralluoghi e/o di richieste di Enti amministrativamente competenti.

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure, la ripetibilità delle stesse e la possibilità di creare un catalogo informatizzato aggiornabile ed integrabile nel tempo, è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche.

L'unificazione delle metodiche di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misure è necessaria per consentire la confrontabilità dei rilievi svolti in tempi diversi, in differenti aree geografiche e ambienti emissivi.

Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

Le metodiche di monitoraggio sono inoltre definite in relazione alla variabilità del rumore da caratterizzare e alla attendibilità della stima richiesta nella singola postazione di misura.

3.3.3. Componente vibrazioni

Il monitoraggio delle vibrazioni ha lo scopo di definire i livelli attuali di vibrazione determinati dalle sorgenti in essere, le condizioni di criticità e la compatibilità con gli standard di riferimento in corrispondenza di un campione rappresentativo di ricettori e di seguirne l'evoluzione durante la fase di costruzione in prossimità di ricettori particolarmente sensibili.

Queste verifiche riguardano in generale gli effetti di "annoyance" sulla popolazione, gli effetti su edifici e beni storico-monumentali di particolare rilevanza e gli effetti di interferenza con attività produttive ad alta sensibilità.

Nel caso specifico il monitoraggio è limitato alle sole strutture residenziali e produttive in quanto si ritiene che l'entità delle vibrazioni prodotte sia dall'autostrada sia dai cantieri siano tali da non provocare danni ad eventuali infrastrutture (oledotti, acquedotti, ecc.) che interferiscono con l'opera oggetto del monitoraggio.

Il monitoraggio ante operam delle vibrazioni ha lo scopo primario di fornire una base di conoscenza dei livelli di vibrazione in un insieme di aree che saranno interessate dalle attività di costruzione dell'infrastruttura stradale.

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

- caratterizzazione dei livelli di fondo ambientale nelle aree più significative, attualmente non interessate o debolmente interessate da sorgenti di vibrazioni, al fine del confronto ante operam/corso d'opera
- caratterizzazione dei livelli ante operam in corrispondenza di punti particolarmente sensibili o prossimi a sorgenti di emissione già operanti (rilevanze architettoniche, storico-culturali, ricettori prossimi a viadotti dotati di giunti, prossimi alla linea FS, prossimi a scavi di gallerie, etc.), al fine del confronto ante operam/corso d'opera.

Il monitoraggio ante operam ha inoltre lo scopo di acquisire le informazioni di base sui ricettori potenzialmente esposti alle vibrazioni e di caratterizzare la vulnerabilità dei manufatti: gli edifici vengono tipizzati ai sensi della UNI 9916 "Criteri di misura e

valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" che richiede l'identificazione della categoria di struttura, della classe di fondazione e, infine, del tipo di terreno.

Il monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera ha tre finalità:

- documentare la variazione dei livelli di vibrazione rispetto all'ante operam
- verificare il rispetto dei limiti normativi
- svolgere una azione preventiva e di controllo nei casi di superamento degli standard.

Nelle fasi di realizzazione, i cantieri mobili lungo i tracciati dell'autostrada ospitano generalmente le sorgenti di vibrazioni più significative. Infatti in tale fase le lavorazioni che arrecheranno maggiori disagi saranno legate all'infissione dei micropali e alla compattazione dei rilevati con rulli vibranti.

Anche i cantieri fissi principali e di lavoro sono aree con presenza di sorgenti di vibrazioni significative.

La movimentazione dei materiali di approvvigionamento o di risulta lungo la viabilità di cantiere comporta una emissione di vibrazioni che può risultare significativa solo se localizzata in corrispondenza di edifici residenziali ad elevata densità abitativa. Le piste di cantiere sono in corrispondenza dell'A1 o parallele a quest'ultima, quindi l'impatto vibrazionale legato alle viabilità può essere ritenuto trascurabile.

Le principali emissioni di vibrazioni derivanti dalle attività di cantiere sono attribuibili alle seguenti fasi:

- scavi;
- formazione dei rilevati (vibrocompattatori);
- scavo dei pali di fondazione (sistemi a scalpello o a percussione): pali di grande diametro e micropali.

Il progetto di monitoraggio identifica le aree problematiche e i punti di massima esposizione potenziale, fermo restando che le indagini in merito alle specifiche fasi di attività che verranno monitorate dovranno essere svolte preventivamente ai momenti di massimo utilizzo di macchine ed attrezzature, al fine di poter fornire elementi utili alla prevenzione dell'annoyance o del danno.

3.3.4. Componente acque superficiali

L'idrografia dell'area è strettamente legata alla morfologia, al regime delle precipitazioni ed alla natura litologica dei terreni affioranti. Il territorio in esame è per gran parte compreso nel bacino idrografico definito "Toscana Costa" nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana (2005).

Il bacino Toscana Costa è diviso in quattro sottobacini: Cecina, Cornia, Pecora e Fine, di cui i due più importanti sono il Cecina ed il Cornia. Inoltre l'area è costituita da un denso reticolo di corsi d'acqua minori caratterizzati da un medio-breve percorso, elevata pendenza nell'alto e medio bacino, e bassa pendenza in pianura dove spesso risultano arginati con pensilità più o meno elevata. Dal punto di vista morfologico l'area presenta caratteri da pianeggiante a sub pianeggiante.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale per il settore delle acque superficiali ha quindi lo scopo di definire un sistema di controllo quali-quantitativo del reticolo idrografico, al fine di valutare le potenziali alterazioni indotte dalle opere autostradali in fase di realizzazione e di esercizio.

La rete dei punti di controllo è stata definita sulla base del progetto autostradale, considerato nella sua globalità (tracciato e opere d'arte, aree di cantiere e campi base, viabilità di servizio, sistemazioni idrauliche e idrogeologiche, aree di deposito) e sulla base dell'inquadramento ambientale del progetto dal punto di vista del sistema idrografico, con particolare attenzione agli aspetti idrologico-idraulici e di qualità delle acque, tenendo conto degli effetti potenzialmente verificabili sul comparto idrico superficiale.

Le alterazioni potenzialmente attuabili sul sistema idrografico nel corso dei lavori sono riferibili a tre categorie di effetti:

- modificazione delle condizioni di deflusso (livelli, velocità, assetto dell'alveo), prodotte dall'inserimento di opere in alveo definitive o provvisorie;
- modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica dell'acqua provocate dalle attività costruttive, e/o dallo scarico di sostanze inquinanti derivanti dalle lavorazioni e dagli insediamenti civili di cantiere;
- modificazioni delle caratteristiche di qualità dell'ambiente fluviale complessivo, a seguito di alterazioni dell'habitat nei comparti idraulico, morfologico, chimico-fisico, biologico, vegetazionale (provocate da attività antropiche quali lavorazioni in alveo con mezzi meccanici, scarico di materiali in alveo ecc).

Inoltre le eventuali alterazioni e impatti possono avere rilevanza a scala locale, in prossimità di una lavorazione puntuale, o a scala più ampia, a causa della propagazione verso valle di eventuali contaminazioni, o semplicemente a causa della continuità territoriale del reticolo idrografico. I punti di controllo verranno quindi posizionati in modo da:

- monitorare i corpi idrici a monte e a valle dell'interferenza;
- monitorare gli effetti verso valle delle eventuali contaminazioni;

Il Piano di Monitoraggio riguarderà i corsi d'acqua della rete idrografica superficiale principale interagenti con il tracciato autostradale, secondo un'impostazione di indagini per campagne.

3.3.5. Componente acque sotterranee

La porzione di territorio studiata è caratterizzata principalmente da sistemi acquiferi ospitati nei sedimenti sottostanti le pianure alluvionali e costiere di pertinenza dei principali corsi d'acqua. Tra queste si individuano, da Nord a Sud: la pianura alluvionale della bassa valle del F. Cecina; la pianura costiera del F. Cornia; la pianura costiera di Follonica-Scarlino.

In tutti i casi si tratta di sistemi acquiferi multifalda, costituiti dai depositi alluvionali antichi e recenti, nonché dai depositi continentali e costieri quaternari e neogenici. Tali acquiferi poggiano su substrati poco permeabili, sono generalmente di tipo non confinato e presentano produttività elevata per settori molto ampi. E' ben noto, da decenni, il loro eccessivo sfruttamento, con conseguente depauperamento progressivo delle risorse potenziali e il conseguente avanzamento dell'intrusione salina nella fascia retro-costiera.

Le alterazioni che possono determinarsi in caso di interferenza con gli acquiferi possono essere dovute: a lavorazioni particolari o scariche di insediamenti temporanei; all'utilizzo di mezzi meccanici e macchinari di cantiere, che possono comportare diffusione di idrocarburi ed oli; all'apporto nel sottosuolo di sostanze necessarie al miglioramento delle proprietà geotecniche dei terreni, ovvero getti di calcestruzzo, che possono contenere additivi chimici di varia natura, oltre allo stesso cemento, che può essere disperso nelle lavorazioni di costruzione delle fondazioni profonde.

Il Piano di Monitoraggio delle acque sotterranee, articolato in indagini su pozzi, è orientato ai seguenti aspetti:

- certificazione dello stato quali-quantitativo dei corpi idrici nella situazione precedente l'avvio dei lavori;
- controllo dei corpi idrici nella fase di cantiere.

I criteri per la definizione degli elementi della rete di monitoraggio sono basati sulla considerazione del rischio di interferenza tra opere in progetto e corpi idrici sotterranei in relazione a quanto emerso dagli studi idrogeologici e in base alla rilevanza socio-economica di ogni captazione.

3.3.6. Componente Fauna e vegetazione

Le aree a maggiore naturalità che il tracciato di progetto attraversa da nord verso sud sono le seguenti:

Padule di Bolgheri

Si tratta di un'area paludosa costiera retrodunale, formata in seguito al ristagno di acque piovane. Rappresenta il residuo dell'antico paesaggio maremmano, preservato per ora dalle bonifiche.

Pineta di Castagneto Carducci

La pineta costiera a pino domestico di Castagneto Carducci sebbene sia il risultato di un vecchio impianto, come tutti i boschi di aghifoglie lungo il litorale, presenta numerosi elementi di interesse naturalistico. La ricolonizzazione del sottobosco, altrimenti privo di vegetazione, appare rigogliosa e ben avviata verso la vegetazione potenziale di riferimento. La pineta si estende a ovest dell'autostrada a una distanza di 800 metri. Accanto ai classici elementi sclerofilli della macchia mediterranea, come le filliree, il terebinto, l'alaterno, si hanno elementi meso-igrofilo che necessitano di un certo aduggiamento e di frescura per poter sopravvivere. Specie come *Laurus nobilis*, *Daphne laureola*, *Fraxinus oxycarpa*, *Ulmus minor* ne sono un valido esempio.

Dune e bosco costiero presso San Vincenzo

La duna a ginepro è una interessante variante della duna a psammofite e si viene a formare su cordoni dunali stabilizzati, non più interessati attivamente dall'azione del vento e sensibilmente distanti dall'aerosol marino, altrimenti dannoso per gli arbusti non adattati a questa particolare situazione ecologica. La struttura di questa cenosi rispecchia quella classica delle vegetazioni camefitiche di dune consolidate: pulvini di sclerofille (lentisco, filliree, alaterno, mirto, smilace), alofite e psammofite erbacee nelle aree sabbiose lasciate nude dai pulvini (giglio marino, sparto pungente) e soprattutto ginepro ossicedro e fenicio con coperture molto alte, raramente il pino domestico con fisionomia più o meno contorta (AA.VV., 1998).

Lecceta e Bosco misto di latifoglie nei pressi di San Vincenzo

Sia la lecceta che il bosco misto di latifoglie si estendono ad est dell'Aurelia che vi scorre parallela interessando direttamente le due cenosi in alcuni punti. In particolare si evidenziano le foreste di leccio in ottimo stato di conservazione che, posizionandosi a ridosso delle tipologie esaminate, costituiscono un importante elemento della rete ecologica esistente.

Parco Costiero della Sterpaia

Questa piccola area (Parco Naturale di Interesse Locale) è di notevole interesse naturalistico poiché rappresenta una riserva di specie autoctone mediterranee in una zona

a matrice prevalentemente agricola. Si presenta come un prato arborato, in cui gli elementi arborei ed arbustivi non costituiscono ancora una vera e propria vegetazione, ma risaltano come piante isolate forse destinate ad infittirsi e quindi a costituire una vera e propria cenosi solo in un prossimo futuro.

Dune a nord di Follonica

La vegetazione dunale presente in questo tratto è di notevole importanza naturalistica e paesaggistica: sono infatti pochi i lembi di cordoni dunali tuttora presenti lungo il litorale toscano, a causa della elevata pressione antropica, dovuta al calpestio, all'edificazione nonché alla realizzazione di strade retrocostiere. La duna appare frammentata e impoverita di alcuni elementi floristici, ma comunque caratterizzata dai tipici contatti catenali di vegetazione dunale: vegetazione alofitica nella porzione a diretto contatto con gli aerosol marini, qui costituita solo da *Cakile maritima*; vegetazione psammofita con lo sparto pungente e la gramigna delle spiagge più all'interno, maggiormente rappresentata; arbusti contorti a dominanza di ginepro nella zona retrodunale.

Macchia di ricolonizzazione a prevalenza di corbezzolo nel tratto di Follonica

L'ampio tratto collinare a ridosso della strada provinciale è caratterizzato da una macchia alta di ricolonizzazione in cui la specie dominante è il corbezzolo che raggiunge mediamente 5-6 metri di altezza (si potrebbe addirittura parlare di un cespuglieto alto a corbezzolo). Alberi di leccio misti a quercia da sughero sono presenti in modo sporadico con altezze medie simili a quelle precedentemente definite per lo strato arbustivo. Lo strato lianoso è prevalente e sostituisce quasi totalmente quello erbaceo che, come succede usualmente in situazioni di transizione, è piuttosto scarse se non assente. Si tratta comunque di una vegetazione interessante, che rappresenta uno stadio evolutivo intermedio tra la macchia bassa e la lecceta matura.

Lecceta nel tratto di Follonica

Da un punto di vista fitocenologico la zona mediterranea è caratterizzata da associazioni che si avvicinano al *Viburno tili-Quercetum*. La lecceta si estende a est dell'Aurelia e in alcuni punti è attraversata da essa. La porzione più a sud della lecceta comprende la parte terminale del Parco Interprovinciale di Montoni dove le fitocenosi principali sono quelle a dominanza di cerro che è diffuso nel Parco soprattutto nelle zone fresche e nei fondovalle.

Vegetazione igrofila presso il Fiume Pecora - Follonica

Il corso d'acqua presenta ancora alcune elementi di naturalità, dovuti essenzialmente alla vegetazione che inizia a ricolonizzare le sponde. La struttura di questa cenosi di neo formazione appare piuttosto stratificata e diversificata. Accanto alla tipica vegetazione ripariale, caratterizzata da salici e pioppi, si è instaurata anche una vegetazione ruderale, con elementi terofitici. I filari che bordano i campi limitrofi e le rogge che affluiscono al fiume Pecora sono costituiti da specie arbustive ed arboree prettamente autoctone appartenenti all'ordine *Fagetales sylvaticae* (farnie, olmi, tigli, biancospini, cornioli sanguinelli, ligustri, rose selvatiche) che non solo offrono rifugio alla fauna, ma favoriscono i flussi di specie animali e vegetali di pregio andando così a costituire un passaggio preferenziale e facilitato. Si sottolinea l'estrema importanza di questo tipo di vie di comunicazione spontaneo, considerando anche la vicinanza del fiume e dei filari menzionati con il Parco di Montoni, estremamente ricco di tipologie vegetazionali, parzialmente disturbato dallo sfruttamento antropico, ma privo di quegli elementi esotici sintomo di elevato stato di degrado. La circolazione di specie animali e vegetali autoctone consente in definitiva il mantenimento di un elevato livello di naturalità.

Dallo Studio di impatto si evince che le interferenze sulla fauna, vegetazione e sugli ecosistemi possono essere i seguenti:

- perdita di habitat: interferenza dovuta alla sottrazione di suolo che si riflette sulle comunità faunistiche come perdita di habitat naturale.
- Aumento della pressione antropica: inteso come l'aumento delle interferenze riconducibili alla maggiore frequentazione umana di aree naturaliformi con conseguente disturbo alle specie animali presenti.
- Frammentazione: intesa come la suddivisione degli ambienti naturali e degli ecosistemi in frammenti di dimensioni inferiori e maggiormente isolati;
- Inquinamento acustico: oltre ad arrecare interferenze al comportamento di alcune specie animali, l'alterazione del clima acustico naturale può essere considerato come un ostacolo alla permeabilità ecologica per la fauna;
- Inquinamento Floristico: l'introduzione diretta ed indiretta in un ecosistema di specie vegetali esotiche (alloctone) in seguito ad azioni di tipo antropico o di frammentazione;

A seguito dei risultati riportati nel SIA, considerata la tipologia di intervento, è previsto il monitoraggio ambientale nei siti a maggiore naturalità allo scopo di rilevare eventuali alterazioni alla fauna e vegetazione dovute ai fattori d'impatto sopra elencati.

3.4. Metodiche di rilevamento

3.4.1. Atmosfera

Il Piano di monitoraggio utilizza una serie di metodiche standardizzate, in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una adeguata ripetibilità, queste metodiche sono:

- Metodica A1: misura della qualità dell'aria per 15 giorni con mezzo mobile strumentato;
- Metodica A2: misura delle polveri sottili PM10 per 15 giorni in prossimità di aree di cantiere;

METODICA A1- Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in prossimità dell'autostrada e dalle attività dei cantieri.

Le campagne di misura della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato (Metodica A1) vengono definite attraverso delle procedure di misura che permettono di valutare il rispetto dei limiti legislativi e eventuali variazioni di concentrazioni conseguenti alla realizzazione del progetto.

Le attività caratterizzanti tale metodica di monitoraggio comprendono:

- Installazione ed allestimento del mezzo mobile
- Posizionamento dei sensori
- Calibrazione e taratura della strumentazione
- Messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione, stampa e trasmissione dei dati
- Esecuzione delle campagne di misura dei parametri chimici e meteorologici
- Elaborazione dei dati

Dopo aver effettuato i sopralluoghi sui siti di misura si procederà all'allestimento ed installazione del mezzo mobile che dovrà disporre di un sistema di acquisizione e validazione dei dati e di un sistema di gestione e stampa/trasmissione dei dati raccolti.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), frazione respirabile delle particelle sospese (PM10e PM2.5), benzene (C₆H₆), toluene, xilene, etilbenzene, metiltilerbutil, etere, ozono (O₃), B(a)P (secondo le indicazioni del DMA del 25/11/94 e del D. Lgs. 152 del 3.08.07); il BaP verrà determinato per 15 gg. solo nel periodo invernale dove tale inquinante raggiunge le concentrazioni massime; tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali.

I parametri monitorati sono riportati nella tabella n. 1, nella quale per ogni inquinante viene indicato il tempo di campionamento, l'unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati. Su tutti i parametri dovranno essere comunque svolte le elaborazioni statistiche classiche ossia, massimo, minimo e deviazione standard effettuate sui valori rilevati secondo il tempo di campionamento indicato in tabella.

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche
CO	1h	mg/m ³	Media su 8 ore / Media oraria
NO, NO ₂	1h	µg/m ³	media su 1 h
NO _x	1h	µg/m ³	media su 1 h
PM10	24 h	µg/m ³	media annuale su 24 h (1)
PM2.5	24 h	µg/m ³	media annuale su 24 h (1)
C ₆ H ₆	1 h	µg/m ³	media annuale su 24 h (1)
O ₃	1 h	µg/m ³	media annuale su 1 h
IPA -BaP	24 h	µg/m ³	media annuale su 24 h (1)

(¹) Verrà eseguita sulle misure acquisite

Tabella 1 - Inquinanti da monitorare

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (ad esempio in una campagna di 15 giorni per le PM10, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 15 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

Per quanto concerne i percentili k-esimi si procederà nel seguente modo:

dato un numero N di campionamenti, ordinati i valori della concentrazione in modo crescente, si definisce k-esimo percentile C_k il valore di concentrazione che occupa il (k*N/100)esimo posto nella sequenza. C_k coincide con la concentrazione C_i che soddisfa le seguenti due condizioni:

- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a C_{i-1} risulta minore di (k*N/100)
- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a C_i risulta maggiore o uguale a (k*N/100).

- Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri chimici un giorno di rilevamento si intende completo se:
- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi
- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente)
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive
- nella campagna non si verificano più di 2 giorni con 4 ore di rilevamento mancanti.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati nella tabella n. 2, nella quale per ogni parametro viene indicata l'unità di misura.

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m ²
Precipitazioni	mm

Tabella 2 - Parametri meteorologici da monitorare

I parametri dovranno essere rilevati con punto di prelievo a 10 m dal piano campagna per direzione e velocità del vento e a 2 m per gli altri parametri.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri meteorologici un giorno di rilevamento si intende completo se:

- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi;
- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente);
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive;
- nella campagna non si verificano più di 2 giorni con 4 ore di rilevamento mancanti.

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (come nel caso delle misure chimiche) la stessa verrà prolungata di un periodo tale da raggiungerla.

Nel corso della campagna di misura e della elaborazione dei dati, sarà predisposta la seguente documentazione:

- schede di presentazione delle misure effettuate;
- un elaborato che riporti le seguenti informazioni;
- le conclusioni delle attività di monitoraggio (interpretazioni e valutazioni);
- risultati sintetici con l'ausilio di tabelle e grafici;
- sintesi sulle metodiche adottate;
- strumentazione utilizzata;
- eventuali modifiche apportate alle attività di misura e motivazione.

Inoltre per ciascun punto di misura dovranno essere forniti:

- tutti i risultati della fase di analisi sia in termini numerici che grafici;
- la serie completa dei dati in formato digitale.

Metodica A2 - Rilievo delle Polveri Sottili (PM10) con campionatore sequenziale

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle polveri sottili prodotte in prossimità delle aree di cantiere.

Le campagne di misura delle polveri sottili PM10 per 15 giorni (metodica A2) vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal DM n. 60 del 2/04/2002 e dalle altre normative di settore.

La metodica di seguito descritta prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi. E' in genere auspicabile l'impiego di pompe di captazione dotate di sistemi automatici di campionamento e sostituzione sequenziale dei supporti senza l'ausilio dell'operatore. In questo caso, le operazioni di carico e scarico dei supporti, descritte nel seguito per il singolo supporto, saranno applicate ai 15 supporti necessari per l'intera campagna. La pompa dovrà inoltre essere dotata di sistema automatico di controllo della portata di campionamento, in modo da ripristinare automaticamente ogni variazione rispetto al valore impostato all'inizio della misurazione.

La strumentazione per la misura delle polveri aerodisperse è prescritta dalle leggi nazionali precedentemente citate e consiste in:

- Filtri a membrana: sono dei filtri in fibre di vetro o quarzo di diametro 47 mm circa;
- Supporto per filtrazione: il filtro è sostenuto durante tutto il periodo di tempo in cui è attraversato dall'aria aspirata da un apposito supporto costruito in materiale metallico resistente alla corrosione e con pareti interne levigate. Le dimensioni prescritte per il supporto sono indicate nel DM 60/02. Le due parti del supporto una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque trafileamento d'aria: a tal scopo le due parti risultano premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non deformare e da non danneggiare il filtro. Il filtro è sostenuto da un disco di materiale sinterizzato o altro mezzo idoneo che impedisca ogni possibile deformazione del filtro e che sia perfettamente resistente alla corrosione. Il diametro della superficie di filtrazione non deve essere inferiore a 36 mm.
- Pompa aspirante: l'aspirazione dei campioni d'aria viene svolta per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata.
- Misuratore volumetrico: la misurazione del campione d'aria prelevato viene eseguita mediante contatori volumetrici, con possibilità di totalizzazione.
- Bilancia analitica con sensibilità di 0.001 mg.
- Generatore elettrico: nei casi in cui l'energia elettrica necessaria per il funzionamento della pompa aspirante non possa essere prelevata dalla rete elettrica.
- Sistema di sostituzione dei filtri, indispensabile per rendere automatico il campionamento.

I filtri a membrana vengono forniti etichettati, pesati e pronti per l'uso da un laboratorio accreditato SINAL "Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori".

La taratura dei filtri viene svolta con le seguenti modalità:

- Si contrassegna sul margine ogni filtro avendo cura di non oltrepassare di 5 mm il bordo esterno.
- I filtri contrassegnati vengono condizionati prima di effettuare le pesate (precampionamento) a temperatura di 20 °C per un tempo di condizionamento non inferiore alle 48 ore ed umidità relativa pari al $50 \pm 5\%$.
- I filtri così condizionati vengono pesati con bilancia analitica di sensibilità 0.001 mg e conservati negli appositi contenitori etichettati.

La portata della pompa aspirante viene regolata per mezzo di flussimetro ai valori pari a 38,3 l/min. Il misuratore volumetrico è tarato dalla casa costruttrice nell'ambito delle portate di prelevamento in modo che l'errore di misura non superi il 2 %.

Le fasi successive al campionamento consistenti nella determinazione gravimetrica del campione con l'impiego di bilancia analitica condizionamento da laboratorio vengono svolte dallo stesso laboratorio certificato che fornisce i filtri a membrana.

Prima dell'uscita in campagna l'operatore deve richiedere al laboratorio certificato la fornitura di un numero di filtri a membrana di circa il 20% eccedente rispetto al numero minimo richiesto di punti di misura (al fine di avere sufficienti margini di sicurezza in caso di danneggiamento accidentale) e controllare la strumentazione.

La sequenza delle operazioni svolte dagli operatori in corrispondenza del punto di misura sono:

- Sopralluogo all'area di monitoraggio, verifica delle sorgenti di emissione presenti all'interno dell'ambito spaziale di dispersione delle polveri, selezione della posizione di installazione più idonea, anche in relazione a possibili interferenze con le attività svolte dai residenti e all'obiettivo del monitoraggio (ante operam o corso d'opera).
- Installazione del cavalletto di supporto in corrispondenza del punto di misura georeferenziato in modo che lo stesso risulti in piano e, quando possibile, sufficientemente protetto in caso di pioggia.
- Installazione della linea di prelievo nel seguente ordine: supporto di filtrazione, tubo di mandata, cella di deumidificazione al gel di silice, tubo di mandata, pompa aspirante con regolatore di portata e regolatore volumetrico. Il supporto di filtrazione deve venire a trovarsi a circa 1.2÷2.0 m di altezza piano campagna.
- Si collocano i filtri tarati sugli appositi supporti di filtrazione utilizzando una pinzetta e si blocca quindi la ghiera di fissaggio.
- Allacciamento della pompa aspirante alla rete elettrica o, in caso di indisponibilità di utenze elettriche, al gruppo elettrogeno. In questo ultimo caso è necessario che il gruppo elettrogeno operi sopravento ad una distanza di non effetto rispetto alla pompa di prelievo (non inferiore a 25 m) e, quando possibile, deve essere disposto in posizione schermata.
- Accensione della pompa e regolazione della portata fino ad un valore pari a 38,3 l/min.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di inizio esposizione della membrana (volume iniziale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione iniziale.
- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa di captazione si verificasse la necessità di rigenerare il gel di silice è necessario procedere nel seguente modo: spegnere la pompa di captazione, staccare i tubi di mandata dell'aria provenienti dalla testa di captazione e dalla pompa, svitare il coperchio della unità di deumidificazione dell'aria, svuotare il gel di silice esausto (colore rosa) in apposito

contenitore, riempire l'unità di deumidificazione con gel di silice rigenerato (colore blu), avvitare il coperchio, riposizionare i tubi di mandata e avviare la pompa di captazione. Il tempo complessivo di esecuzione di queste operazioni è di pochi minuti e non è pertanto necessario prolungare oltre le 24 ore il tempo di prelievo della pompa.

- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa aspirante si verificasse una riduzione dei valori di portata al di sotto di 38,3 l/min, si deve procedere a regolare di nuovo la portata al valore iniziale o, qualora ciò non fosse tecnicamente possibile, a effettuare il prelievo in due o al massimo tre periodi consecutivi.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di fine esposizione della membrana (volume finale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione finale e delle eventuali anomalie riscontrate.
- Correlazione dei dati rilevati e campo anemologico.

Termine delle operazioni di misura e consegna della membrana al laboratorio chimico certificato per le determinazioni analitiche.

3.4.2. Rumore

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici di conoscenza dell'ambiente sonoro ed una elevata ripetibilità delle misure.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

Metodica R2 Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere.

Metodica R3 Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare.

Metodica R4 Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica del limite differenziale

In linea di massima per la scelta delle tecniche di monitoraggio sono stati utilizzati i criteri illustrati nel seguito.

Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree interessate dal futuro esercizio, sono state ipotizzate misure con metodica tipo R3

Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree dei cantieri principali e secondari, dei fronti di avanzamento cantierizzati per la realizzazione dei nuovi tracciati, sono state ipotizzate misure con metodiche tipo R2, R4 presso i ricettori più significativi, per consentire la verifica del livello assoluto e differenziale.

Per le postazioni post operam è stata ipotizzata l'esecuzione di misure settimanali (metodica R3) per le postazioni interessate dal futuro esercizio. Inoltre in tale fase sono previste delle misure con metodica R4bis per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori (finestre silenti, etc.) come prescritto dall'art. 6 del DPR n. 142 del 2004.

Per la scelta del periodo di monitoraggio valgono le prescrizioni della buona pratica ingegneristica, unitamente alle raccomandazioni contenute nelle norme UNI ed ISO di settore e nel Decreto sulle modalità di misura del rumore.

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (Leq, SEL, Lmax, Ln, composizione spettrale...) per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato.

Tale caratterizzazione, ottenuta con strumentazione conforme alle prescrizioni contenute nelle direttive comunitarie/leggi nazionali o fornite in sede di regolamentazione tecnica delle misure del rumore, deve riguardare le condizioni di esercizio o di funzionamento in cui può normalmente operare la sorgente o il mix di sorgenti di emissione presenti nell'area.

Considerando la necessità di confrontarsi con il DPCM 14.11.1997 deve essere assunto come indicatore primario il livello equivalente continuo diurno e notturno e, come indicatori secondari, una serie di descrittori del clima acustico in grado di permettere una migliore interpretazione dei fenomeni osservati.

Le stazioni di monitoraggio devono permettere l'acquisizione del decorso storico dei parametri generali di interesse acustico necessari per l'interpretazione e la validazione dei dati: livello massimo, livello equivalente, distribuzione dei livelli statistici, livello minimo. Inoltre, se esistono elementi indiziali sulla presenza di componenti tonali o impulsive, come nel caso di rumori emessi da macchine o attività di cantiere, è necessario acquisire in tempo reale il decorso storico degli indicatori e la distribuzione spettrale in terzi di ottava.

R2 – misure di 24 ore con postazione semi-fissa

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle attività di cantiere.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore consecutive. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A L_{Aeq} , 1 min
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (L_{AImax} , L_{AFmax} , L_{ASmax})
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Si provvederà inoltre ad ogni rilievo al riconoscimento della presenza delle seguenti componenti:

Riconoscimento di componenti impulsive

Il rumore presenta Componenti Impulsive (CI) quando sono verificate le condizioni seguenti:

- ripetitività di n eventi impulsivi ($n \geq 10$ /ora di giorno e $n \geq 2$ /ora di notte);
- differenza tra L_{AImax} e L_{ASmax} superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore L_{AFmax} inferiore a 1 s.

La ripetitività deve essere dimostrata mediante registrazione grafica del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

Riconoscimento di componenti tonali

Al fine di individuare la presenza di Componenti Tonalì (CT) nel rumore, si effettua un'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava. Si considerano esclusivamente le CT aventi carattere stazionario nel tempo ed in frequenza. Utilizzando filtri paralleli, il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda. Per

individuare componenti tonali alla frequenza di incrocio di due filtri di 1/3 di ottava devono essere utilizzati filtri a maggior potere selettivo, quali quelli FFT o di 1/n di ottava ($n \geq 6$).

L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 KHz. Si è in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB.

Qualora le componenti tonali si manifestino alle basse frequenze (CB), ovvero nel dominio di frequenza 20÷200 Hz, se ne deve dare indicazione nel rapporto di misura.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno del fonometro come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive...) ed essere rappresentato in forma grafica.

Vengono redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

Qualora si registri la presenza di componenti tonali è necessario integrare le schede con la documentazione dello spettro minimo del livello di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava o in bande a maggior potere selettivo nel dominio di frequenza 20Hz ÷ 20KHz (in forma grafica e/o tabellare).

In presenza di componenti impulsive è necessario integrare le schede con la documentazione del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

R3 – misure di 7 giorni con postazione fissa

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dal traffico veicolare.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A $L_{Aeq,1min}$
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (L_{AImax} , L_{AFmax} , L_{ASmax})
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.

- Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa è calcolato in fase di analisi.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Si precisa che le misure saranno eseguite in conformità a quanto previsto dal DM 16-3-98, e che pertanto, qualora nell'intervallo settimanale alcune misurazioni non risultassero utilizzabili (causa fattori meteo climatici ecc.), le stesse saranno prolungate fino all'acquisizione di dati relativi a 7 giornate "valide";

Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti) ed essere rappresentato in forma grafica.

R4 – verifica del limite differenziale in ambiente abitativo

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione del livello differenziale di rumore (LD), ottenuto come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale LA (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore) ed il livello di rumore residuo LR (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A rilevato escludendo la sorgente sonora disturbante). La verifica è da compiersi in ambiente abitativo all'interno nel periodo di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h). I rilievi in periodo notturno verranno eseguiti solo in presenza di lavorazioni presso le aree di cantiere. I rilevamenti devono essere compiuti sia a finestre aperte che chiuse. La verifica deve essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Le misure svolte con metodica di breve durata R4 verranno sempre estese alla durata di 24 ore mediante confronto con i dati rilevati dalla corrispondente misura R2 eseguita in ambiente esterno. L'estensione viene eseguita sincronizzando i due fonometri e calcolando la differenza di livello interno / esterno a finestre aperte e chiuse in occasione del rilievo interno presenziato dal T.C.. Tali differenze vengono poi applicate al livello rilevato in ambiente esterno, ricampionato a passi di 30' e il risultato confrontato con le soglie di applicabilità e i limiti di legge.

Misurazione del rumore ambientale a finestre aperte

La misura deve essere effettuata a finestre completamente aperte. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LA,FA in presenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A. La verifica deve essere compiuta all'interno del periodo di riferimento diurno e notturno. Se il livello misurato è inferiore a 50 dB(A) il disturbo è da ritenersi accettabile.

Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

La misura deve essere effettuata a finestre completamente chiuse. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LA,FC in presenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A. La verifica deve essere compiuta all'interno del periodo di riferimento diurno e notturno. Se il livello misurato è inferiore a 35 dB(A) il disturbo è da ritenersi accettabile.

Misurazione del rumore residuo a finestre aperte

La misura deve essere effettuata a finestre completamente aperte. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LR,FA in assenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast e ponderazione A.

Misurazione del rumore residuo a finestre chiuse

La misura deve essere effettuata a finestre completamente chiuse. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LR,FC in assenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast e ponderazione A.

Si provvederà inoltre ad ogni rilievo al riconoscimento della presenza delle seguenti componenti:

Riconoscimento di componenti impulsive

Il rumore presenta Componenti Impulsive (CI) quando sono verificate le condizioni seguenti:

- ripetitività di n eventi impulsivi ($n \geq 10$ /ora di giorno e $n \geq 2$ /ora di notte);
- differenza tra LAImax e LASmax superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAFmax inferiore a 1 s.

La ripetitività deve essere dimostrata mediante registrazione grafica del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

Riconoscimento di componenti tonali

Al fine di individuare la presenza di Componenti Tonalì (CT) nel rumore, si effettua un'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava. Si considerano esclusivamente le CT aventi carattere stazionario nel tempo ed in frequenza. Utilizzando filtri paralleli, il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda. Per individuare componenti tonali alla frequenza di incrocio di due filtri di 1/3 di ottava devono essere utilizzati filtri a maggior potere selettivo, quali quelli FFT o di 1/n di ottava ($n \geq 6$).

L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 KHz. Si è in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB.

Qualora le componenti tonali si manifestino alle basse frequenze (CB), ovvero nel dominio di frequenza 20÷200 Hz, se ne deve dare indicazione nel rapporto di misura.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno del fonometro come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive...) ed essere rappresentato in forma grafica.

Vengono redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

Qualora si registri la presenza di componenti tonali è necessario integrare le schede con la documentazione dello spettro minimo del livello di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava o in bande a maggior potere selettivo nel dominio di frequenza 20Hz ÷ 20KHz (in forma grafica e/o tabellare).

In presenza di componenti impulsive è necessario integrare le schede con la documentazione del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

3.4.3. Vibrazioni

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una elevata ripetibilità.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti.

- Metodica V1 Misure di breve periodo finalizzate al disturbo;
- Metodica V2 Misure di breve periodo finalizzate al danno.

In linea di massima per la scelta delle tecniche di monitoraggio sono stati utilizzati i criteri illustrati nel seguito.

V1 – valutazione del disturbo negli edifici

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'accelerazione efficace complessiva ponderata secondo la norma UNI 9614 nel dominio di frequenza 1÷80 Hz.

La tecnica di monitoraggio consente di misurare le vibrazioni (continue od intermittenti) immesse negli edifici ad opera di sorgenti di eccitazione, al fine di valutare il disturbo per le persone residenti. La valutazione, ai sensi delle norme UNI 9614 ed ISO 2631-2, si effettua nel luogo, nel momento e nelle condizioni in cui solitamente si manifesta il disturbo. Le suddette procedure non si applicano per la valutazione delle vibrazioni considerate come possibile causa di danni strutturali o architettonici agli edifici.

Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi nei locali abitati in corrispondenza dei quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. E' prevista almeno una verifica in un locale del primo e dell'ultimo solaio abitati dell'edificio prescelto. Essa deve essere effettuata sul pavimento in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto.

Qualora questa non sia individuabile, i rilievi sono effettuati a centro ambiente. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al pavimento, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete del locale più vicina alla sorgente eccitante.

Misurazione delle vibrazioni residue

Prima della misurazione del fenomeno vibratorio oggetto dell'indagine è da eseguirsi la misura delle vibrazioni residue. Esse sono costituite dalla somma di tutti i segnali di qualunque origine con l'eccezione del segnale dovuto alla sorgente esaminata. I parametri di misura sono conformi a quelli riportati al punto successivo.

Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

I rilievi sono effettuati nei locali in assenza degli occupanti al fine di minimizzare il disturbo dovuto alle vibrazioni non afferenti all'indagine in corso. L'operatore deve distare dal trasduttore ad una distanza tale da minimizzare il disturbo e dovrà essere in grado di seguire costantemente l'andamento del segnale sull'analizzatore.

Le operazioni di misura sono precedute da una verifica dell'intensità del segnale in corrispondenza del fenomeno vibratorio in esame ed una regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione (stazionarie, transitorie, impulsive) e di selezionare la metodologia di misura più idonea (diretta o indiretta).

Qualora si verifichi la presenza di fenomeni di tipo impulsivo è da adottarsi esclusivamente la metodologia di misura di tipo indiretto con registrazione del segnale con DAT e successiva analisi in laboratorio. Nei restanti casi sono ammesse sia la metodologia diretta sia quella indiretta. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo, comunque non inferiore a 60 secondi. Adottando la metodologia diretta i rilievi dovranno essere effettuati in LINEARE, filtri di 1/3 di ottava, costante di integrazione SLOW e scansione temporale di 1 secondo.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classificazione UNI 9614), la descrizione delle due postazioni individuate al primo e all'ultimo solaio, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, dell'asse di misura e di eventuali note. Tale scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati.

I riferimenti temporali annotati sulla scheda devono coincidere con quelli visualizzati sull'analizzatore o sul DAT. A tal fine si raccomanda sempre di controllare all'inizio di ogni ciclo di misure i parametri data e ora memorizzati sulla strumentazione ed eventualmente sincronizzarli con l'orologio dell'operatore.

Operazioni di analisi (vibrazioni stazionarie o transitorie)

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Qualora la misura sia stata effettuata in modo diretto, il segnale è presente all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura. Nel caso in cui la misura sia stata effettuata in modo indiretto, il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, deve essere trasferito all'analizzatore per essere filtrato. L'operazione avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore.

Al termine dell'acquisizione il segnale è registrato all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura.

Nel caso di monitoraggio indiretto, le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione.

Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da analizzatore a computer e salvato come file NOISEWORK, con estensione *.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

L'analisi consiste nelle seguenti fasi :

Mascheramento

Visualizzazione del parametro "accelerazione vs time", identificazione dell'evento (solo nel caso di vibrazioni transitorie) e mascheramento degli istanti esterni al dominio temporale in cui si verifica la vibrazione.

Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

Filtraggio del segnale mediante filtri di ponderazione conformi alla norma UNI 9614, tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza 1÷80 Hz. A riguardo, a titolo cautelativo, è preferibile optare per i filtri di ponderazione previsti per la postura non nota o variabile (assi combinati). Determinazione del livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza (livello equivalente per le vibrazioni transitorie).

Verifica delle vibrazioni residue

Confronto tra il livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza ed il livello di accelerazione residua. Eventuale calcolo del livello di accelerazione complessiva corretta ai sensi della norma UNI 9614 e verifica della significatività della misura. La misura non è da ritenersi significativa se la differenza tra il livello complessivo ponderato delle vibrazioni misurate e quelle residue è inferiore a 6 dB.

Valutazione del disturbo

Confronto tra il livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza (eventualmente corretta) ed i livelli di accelerazione limite riportati nei Prospetti II e III in Appendice alla norma UNI 9614. Formulazione di un giudizio sulla tollerabilità del disturbo sulla base della differenza tra tali livelli nonché sulla durata e la frequenza del fenomeno.

Operazioni di analisi (vibrazioni impulsive)

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, è trasferito all'analizzatore per essere filtrato. Questo avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore. Le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione.

La sequenza delle operazioni di analisi da seguire è la seguente:

Filtraggio FFT

Il segnale viene analizzato in lineare con filtri FFT (Fast Fourier Transform) nel dominio delle frequenze 1÷10.000 Hz. La risoluzione in frequenza RF è funzione della frequenza massima di analisi ($B = 2.5\div 10$ KHz), del numero di righe selezionato ($N = 100\div 800$) e del fattore di zoom ($ZF = 1\div 512$). Essa è ricavabile dalla seguente espressione:

$$RF = B / (ZF \cdot N) \quad [Hz]$$

La scelta del tempo di integrazione (averaging time) è condizionata dalla variabilità temporale del fenomeno osservato e dal dominio di frequenza esaminato. Tale parametro

deve comunque essere inferiore all'intervallo temporale che rappresenta un significativo cambiamento delle caratteristiche spettrali.

Al fine di restringere l'analisi in un dominio di frequenza e di tempo congruo ai sensi della norma UNI 9614, è consigliabile adottare i seguenti parametri di analisi:

- Frequenza massima (Base-band) : $B = 2.5 \text{ KHz}$
- Numero di righe : $N = 400$
- Fattori di ingrandimento (Zoom Factor) : $ZF = 2 \div 16$
- Finestra temporale : Hanning

L'analizzatore deve consentire di visualizzare e registrare lo spettro massimo di accelerazione occorso durante la misura (modalità MX SPEC) come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è quindi trasferito da analizzatore a PC e salvato come file NOISEWORK, con estensione *.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

Filtraggio del segnale mediante i filtri di ponderazione indicati dalla norma UNI 9614 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza $1 \div 80 \text{ Hz}$. A riguardo, a titolo cautelativo, è preferibile optare per i filtri di ponderazione previsti per la postura non nota o variabile (assi combinati). Determinazione del livello di accelerazione di picco ponderata in frequenza.

Valutazione del disturbo

Determinazione del valore efficace di accelerazione (corrispondente al valore di accelerazione di picco FFT, essendo l'analizzatore calibrato in r.m.s.). Quantificazione del numero N di impulsi giornalieri e determinazione del valore limite ai sensi della norma UNI 9614 (Punto A.3 e Prospetto V dell'appendice della norma). Confronto tra il valore di accelerazione efficace complessiva ponderata in frequenza ed il valore di accelerazione limite. Formulazione di un giudizio sulla tollerabilità del disturbo sulla base della differenza tra tali livelli nonché sulla durata e la frequenza del fenomeno.

V2 – valutazione del danno agli edifici

La metodica di monitoraggio ha come finalità dell'indagine la determinazione della velocità di picco secondo la norma UNI 9916 nel dominio di frequenza $1 \div 100 \text{ Hz}$; tale parametro è ricavato per integrazione semplice dell'accelerazione di picco lineare nel dominio suddetto. Solo per sorgenti vibrazionali come le esplosioni il dominio di frequenze viene esteso fino a 300 Hz

La tecnica di monitoraggio consente di misurare le vibrazioni indotte negli edifici da sorgenti di eccitazione allo scopo di permetterne la valutazione degli effetti con riferimento alla risposta strutturale ed integrità architettonica degli edifici stessi. La valutazione, effettuata ai sensi della norma UNI 9916, è necessaria ogniqualvolta si è in presenza di livelli di vibrazione superiori alla soglia di disturbo umano (vedere procedure V1). Le suddette procedure non si applicano per la valutazione degli effetti di disturbo sull'uomo.

Le operazioni di monitoraggio avvengono in corrispondenza di edifici. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi presso le zone degli edifici nelle quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. E' prevista almeno una verifica alla base ed all'ultimo solaio delle costruzioni. Nel caso di assenza di fondazioni la verifica deve essere effettuata alla base del muro di sostegno esterno. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al terreno, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete dell'edificio prossima alla sorgente di vibrazione.

Misurazione delle vibrazioni residue

Prima della misurazione del fenomeno vibratorio oggetto dell'indagine è da eseguirsi la misura delle vibrazioni residue. Esse sono costituite dalla somma di tutti i segnali di qualunque origine con l'eccezione del segnale dovuto alla sorgente esaminata. I parametri di misura sono conformi a quelli riportati al punto successivo.

Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

I rilievi sono effettuati in modo tale da minimizzare il disturbo dovuto alle vibrazioni non afferenti all'indagine in corso. L'operatore deve distare dal trasduttore ad una distanza tale da minimizzare il disturbo e dovrà essere in grado di seguire costantemente l'andamento del segnale sull'analizzatore o sul DAT.

Le operazioni di misura sono precedute da una verifica dell'intensità del segnale in corrispondenza del fenomeno vibratorio in esame ed una regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione, la variazione temporale del fenomeno e di selezionare la metodologia di misura più idonea.

Qualora si verifichi la presenza di fenomeni di tipo impulsivo è da adottarsi esclusivamente la metodologia di misura di tipo indiretto con registrazione del segnale con DAT e successiva analisi in laboratorio. Nei restanti casi sono ammesse sia la metodologia diretta sia quella indiretta. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo. Adottando la metodologia diretta il segnale viene filtrato linearmente con filtri FFT (Fast Fourier Transform) nel dominio delle frequenze $1 \div 10.000$ Hz. La risoluzione in frequenza RF è funzione della frequenza massima di analisi ($B = 2.5 \div 10$ KHz), del numero di righe selezionato ($N = 100 \div 800$) e del fattore di zoom ($ZF = 1 \div 512$). Essa è ricavabile dalla seguente espressione:

$$RF = B / (ZF \cdot N) \quad [Hz]$$

La scelta del tempo di integrazione (averaging time) è condizionata dalla variabilità temporale del fenomeno osservato nonché del dominio di frequenza considerato. Tale parametro deve comunque essere inferiore all'intervallo temporale che rappresenta un significativo cambiamento delle caratteristiche spettrali.

Al fine di restringere l'analisi in un dominio di frequenza e di tempo congruo ai sensi della norma UNI 9916, è consigliabile adottare i seguenti parametri di analisi:

- Frequenza massima (Base-band) : $B = 2.5$ KHz
- Numero di righe : $N = 400$
- Fattori di ingrandimento (Zoom Factor) : $ZF = 2 \div 16$
- Finestra temporale : Hanning

L'analizzatore deve consentire di visualizzare e registrare lo spettro massimo di accelerazione occorso durante la misura (modalità MX SPEC) come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classificazione UNI 9916), la descrizione delle due postazioni individuate al primo e all'ultimo solaio, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, dell'asse di misura e di eventuali note. Tale scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati.

I riferimenti temporali annotati sulla scheda devono coincidere con quelli visualizzati sull'analizzatore. A tal fine si raccomanda sempre di controllare all'inizio di ogni ciclo di misure i parametri data e ora memorizzati sulla strumentazione ed eventualmente sincronizzarli con l'orologio dell'operatore.

Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Qualora la misura sia stata effettuata in modo diretto, il segnale è presente all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura. Nel caso in cui la misura sia stata effettuata in modo indiretto, il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, deve essere trasferito all'analizzatore per essere filtrato. L'operazione avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore.

Al termine dell'acquisizione il segnale è registrato all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura.

Nel caso di monitoraggio indiretto, le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello di accelerazione misurato è pari a $143 \pm 0,3$ dB (errore di $\pm 3\%$). In caso contrario, agendo sull'analizzatore, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.

Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da analizzatore a computer e salvato come file NOISEWORK, con estensione *.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

Filtraggio

Filtraggio del segnale mediante filtri passa alto e passa basso conformi alla norma UNI 9916 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza $1 \div 100$ Hz. Integrazione semplice del valore di accelerazione di picco al fine di ricavarne la relativa velocità.

Verifica delle vibrazioni residue

Confronto tra il valore di velocità dovuto alla sorgente in esame ed il valore di velocità residua. Eventuale correzione del valore di velocità e verifica della significatività della misura. La misura non è da ritenersi significativa se la differenza tra il valore delle vibrazioni misurate è inferiore al doppio delle valore delle vibrazioni residue.

Valutazione del rischio

In base alla categoria del ricettore (Norma DIN 4150/3, categorie 1,2,3) ed alla postazione di misura (fondazioni, pavimento), confronto tra il valore della velocità di picco ed i limiti riportati nel Prospetto IV dell'Appendice B della norma UNI 9916. Formulazione di un giudizio sull'entità di rischio in base alla differenza tra tali livelli e sulla frequenza del fenomeno.

3.4.4. Componente acque superficiali

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico superficiale dalla costruzione dell'ampliamento autostradale, avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Verrà fatto

riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro di qualità ambientale complessivo.

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con la stessa frequenza prevista per la fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni. Le specifiche relative all'esecuzione delle indagini, con il dettaglio delle frequenze e della distribuzione di metodiche e analisi, verranno descritte in modo dettagliato ed esaustivo nei paragrafi seguenti.

Le attività di monitoraggio prevedono controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche superficiali. Tali controlli consistono in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative: misure di portata e livelli idrometrici;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici;

Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche; verranno rilevati i seguenti parametri:

- Portata

E' il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in relazione sia al quadro di riferimento del regime idrologico del corso d'acqua, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

Nelle campagne di misura la rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure potranno essere eseguite sia utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità, sia con strumentazione doppler (correntometro doppler). Secondo il principio di Doppler quando una sorgente sonora si muove rispetto ad un ricevente fermo, avviene uno spostamento della frequenza sonora fra trasmittente e ricevente. Il correntometro usa il principio Doppler, misurando lo spostamento di frequenza del suono riflesso dalle particelle della sostanza in sospensione. Quando necessario le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde, regolarizzando il più possibile le condizioni di flusso, attrezzando le sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno per quanto possibile mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

Il calcolo della portata e dell'errore relativo viene eseguito applicando il principio "velocità x area" con il metodo della doppia integrazione conforme alle indicazioni della Norma ISO sotto riportata.

* ISO 748-1997 Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Méthodes d'exploration du champ des vitesses.

Si elencano di seguito i passi seguiti per l'elaborazione.

- Calcolo dei valori puntuali di velocità a partire dai dati di misura, in base alle curve di taratura dei mulinelli.
- Calcolo delle coordinate batimetriche della sezione e della posizione dei punti di misura delle velocità.
- Integrazione dei profili di velocità e calcolo delle velocità medie sulle verticali di misura.
- Definizione della curva delle portate specifiche (velocità medie x altezze).
- Integrazione della curva precedente e calcolo delle portate parziali relative alle singole verticali e della portata complessiva.
- Calcolo dei parametri caratteristici della misura (dati geometrici, velocità media e max., ecc.).
- Confronto dei dati della misura con i valori di riferimento indicati dalla Normativa ISO ed esecuzione di test di controllo della qualità della misura.

Indagini qualitative

Le procedure di campionamento ed analisi da applicare per il monitoraggio dei parametri chimico-fisici e batteriologici faranno integralmente riferimento alla normativa tecnica sotto indicata.

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

ISO 5667-1/1980 (Guidance on the design of sampling programmes);

ISO 5667-2/1991 (Guidance on sampling techniques);

ISO 5667-3/1985 (Guidance on the preservation and handling of samples);

ISO 5667-10/1992 (Guidance on sampling of waste waters);

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

Parametri chimico-fisici

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preesistente l'inizio dei lavori ed in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità elettrica
- Ossigeno disciolto
- Solidi Sospesi Totali

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinamenti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno

è in funzione della temperatura e della pressione barometrica; pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosibilità del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla qualità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

Parametri chimici e microbiologici acque

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento da traffico veicolare, fra cui i metalli pesanti e parametri maggiormente legati ad eventuali impatti con le lavorazioni, come attività di macchine operatrici di cantiere, sversamenti e scarichi accidentali, lavaggio di cisterne e automezzi, getti e opere in calcestruzzo, dilavamento di piazzali, presenza di campi e cantieri. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- C.O.D.
- Idrocarburi totali
- Cromo totale
- Nichel
- Zinco
- Cadmio
- Cloruri
- Solfati
- Escherichia coli

Il C.O.D. esprime la quantità di ossigeno consumata per l'ossidazione chimica delle sostanze organiche e inorganiche presenti nell'acqua; elevati valori di COD possono essere indice della presenza di scarichi domestici, zootecnici e industriali. I cloruri sono sempre presenti nelle acque in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione anche nei cantieri, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCl) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno, Cromo, Nichel, Zinco, sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare; cadmio è indicativo della classe di qualità dei corsi d'acqua correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare. La presenza di escherichia coli è direttamente correlabile ad inquinamento di tipo antropico e domestico (scarichi civili, presenza di campi cantiere).

Parametri biologici e fisiografico – ambientali

Per quanto riguarda i parametri biologici, le popolazioni ittiche e di macroinvertebrati bentonici sono condizionate dagli ambienti fisici che le ospitano, le cui variazioni in termini morfologico-idraulici e fisico-chimici producono alterazioni nelle caratteristiche della distribuzione tipologica e quantitativa delle specie e, conseguentemente, modificazioni degli

indicatori biologici. Le lavorazioni autostradali possono inoltre provocare modifiche ed alterazioni alla vegetazione perifluviale e alle caratteristiche morfologiche e conseguente perdita o diminuzione della salute ecologica dei corsi d'acqua. Tramite la determinazione di questi parametri si avrà quindi la possibilità di valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua e l'effetto di alterazioni ed inquinamenti delle acque sulle popolazioni di microrganismi. Vengono determinati i seguenti indici:

- Indice Biotico Esteso (I.B.E.)
- Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)

L'I.B.E. è un indicatore dell'effetto della qualità chimica e chimico-fisica delle acque mediante l'analisi delle popolazioni di fauna macrobentonica che vivono nell'alveo dei fiumi. Esso si basa essenzialmente sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla ricchezza complessiva in specie della comunità di macroinvertebrati. L'IBE, oltre a permettere una valutazione delle caratteristiche complessive dei bacini idrografici e dell'impatto dell'attività antropica, fornisce un giudizio sintetico sulla qualità, e relative evoluzioni, dell'ambiente fluviale interessato dalle lavorazioni autostradali. Un corso d'acqua non inquinato è caratterizzato dalla presenza di specie sensibili all'inquinamento ed alla carenza di ossigeno, in quello inquinato invece riusciranno a vivere solo le specie più resistenti. Quindi la biodiversità dei macroinvertebrati dipende direttamente dalla qualità dell'acqua e dalla diversità e qualità del substrato, cioè dallo stato più o meno naturale del corso d'acqua. L'Indice Biotico Esteso, modificato da Ghetti nel 1997 consente di diagnosticare la Classe di Qualità (5 sono le classi indicate in numeri romani) di un corso d'acqua. L'I.B.E. classifica la qualità di un fiume su di una scala che va da 1 (massimo degrado) a 12-13 (qualità ottimale).

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F. – APAT 2007) è un metodo di valutazione dello stato di salute ecologica degli ambienti fluviali, basato sull'analisi speditiva dei parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema preso in considerazione. E' un metodo di indagine ambientale per il controllo e il monitoraggio ecologico degli ambienti fluviali a scopo di tutela degli stessi. Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso tra il regime idraulico di morbida e quello di magra, e comunque in un periodo di attività vegetativa. L'indice consiste in una scheda di 14 domande suddivise nei seguenti gruppi funzionali: condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive, individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua, caratteristiche biologiche attraverso analisi della comunità macrobentonica e macrofita e della conformazione del detrito). Il valore di IFF finale permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la funzionalità del corso d'acqua (9 classi da ottimo a pessimo). Il tratto fluviale analizzato sarà sufficientemente esteso per individuare eventuali alterazioni e modifiche indotte dalle lavorazioni autostradali ed interesserà, per ogni corso d'acqua, sia il tratto a monte che a valle dell'interferenza autostradale.

Entrambi i parametri (I.B.E. e I.F.F.) forniscono risposte sugli effetti di condizionamento ambientale a medio-lungo termine e consentono di eseguire estrapolazioni per ricercare le caratteristiche ottimali di riferimento per l'ambiente fluviale nel suo complesso.

3.4.5. Componente acque sotterranee

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico sotterraneo dalla costruzione e dall'esercizio dell'autostrada avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da

fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo degli acquiferi potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con la stessa frequenza prevista per la fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni. Le specifiche relative all'esecuzione delle indagini, con il dettaglio delle frequenze e della distribuzione di metodiche e analisi, verranno descritte in modo dettagliato ed esaustivo nei paragrafi seguenti.

Le attività di monitoraggio prevedranno controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche sotterranee. I parametri che verranno monitorati saranno indicativi di quelle che, potenzialmente, potrebbero essere le tipologie più probabili di alterazione e di inquinamento derivanti dalla realizzazione delle opere autostradali.

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative;
- Indagini qualitative: specifici parametri fisici e chimico-batteriologici.

Indagini quantitative

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Livello piezometrico su pozzi e piezometri;

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda.

Al momento dell'avvio del monitoraggio ante operam verranno aggiornati i dati relativi ai pozzi esistenti e mediante nuovi sopralluoghi e la redazione di schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

Indagini qualitative

Le procedure di campionamento ed analisi da applicare per il monitoraggio dei parametri chimico-fisici e batteriologici faranno integralmente riferimento alla normativa tecnica sotto indicata.

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

ISO 5667-1/1980 (Guidance on the design of sampling programmes);

ISO 5667-2/1991 (Guidance on sampling techniques);

ISO 5667-3/1985 (Guidance on the preservation and handling of samples);

ISO 5667-10/1992 (Guidance on sampling of waste waters);

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

Indagini qualitative – parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico – fisici fornirà una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento del contenuto di ioni o sversamenti accidentali. Infine variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali).

Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Bicarbonati
- Calcio
- Sodio
- Potassio
- Magnesio
- Idrocarburi totali
- Nitrati
- Escherichia coli
- Cloruri
- Solfati

La determinazione di specifici parametri chimici, oltre a fornire una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea, è finalizzata alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in realizzazione o eventuali sversamenti accidentali collegati all'attività dei cantieri e dei campi cantiere (idrocarburi totali, escherichia coli...).

Le alterazioni che possono determinarsi in caso di interferenza possono essere dovute: a lavorazioni particolari o scariche di insediamenti temporanei; all'utilizzo di mezzi meccanici e macchinari di cantiere, che possono comportare diffusione di idrocarburi ed oli; all'apporto nel sottosuolo di sostanze necessarie al miglioramento delle proprietà geotecniche dei terreni, ovvero getti di calcestruzzo, che possono contenere additivi chimici di varia natura, oltre allo stesso cemento, che può essere disperso nelle lavorazioni di costruzione delle fondazioni profonde.

3.4.6. Componente Fauna

Il piano di monitoraggio si pone come obiettivo la verifica degli impatti attesi in seguito alle opere di progetto (nuovo tratto autostradale, cantieri e viabilità di servizio connesse).

Si ritiene che tale verifica possa essere condotta in modo esauriente prendendo in considerazione sottoaree di dimensioni tali da poter essere monitorate per più indicatori faunistici nel corso della stagione fenologica delle diverse specie.

I criteri generali cui si è fatto riferimento per la scelta degli indicatori sono :

- rappresentatività: l'indicatore deve essere correlabile con i fenomeni che si vogliono controllare (per quanto possibile con componenti biotiche soggette all'influenza di numerose variabili di tipo antropico ed ecologico);
- accessibilità: deve essere facilmente misurabile, campionabile ed avere una soglia di rilevanza analitica accessibile con tecniche standard;

- sensibilità: l'indicatore deve riprodurre fedelmente i mutamenti in atto.
- affidabilità: deve avere valori minimi di errori sistematici;
- operatività: deve essere direttamente e facilmente utilizzabile per quantificare azioni di intervento.

Come principio generale, per tutti gli indicatori faunistici, i rilievi verranno condotti adottando uno schema spaziale lungo transetti a distanza crescente dalle opere (strade e/o cantieri). Questa disposizione permetterà di valutare l'entità dell'estensione dell'impatto attraverso il confronto con la situazione ante operam, senza ricorrere al monitoraggio in aree di "controllo" posizionate lontano dalle opere e difficilmente paragonabili con le aree sperimentali. Tali aree, infatti, non possono di fatto essere individuate in maniera da avere come unica variabile differente il passaggio o meno del tracciato autostradale, in quanto il territorio attraversato presenta continue variazioni geomorfologiche e microclimatiche, anche a breve distanza, le quali non rendono attendibile il confronto con le aree di impatto.

INDICATORI FAUNISTICI

Il monitoraggio si basa sull'analisi dei gruppi zoologici che nello Studio di Impatto Ambientale sono indicati come maggiormente esposti al disturbo causato dalle lavorazioni.

Di seguito si elencano i gruppi proposti per il monitoraggio:

Uccelli: i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa della comunità presente, con raccolta di dati quantitativi e all'osservazione dei cambiamenti del popolamento ornitico nel tempo. I metodi di raccolta dati prevedono l'osservazione diretta o indiretta (canti, richiami) senza uso di trappole lesive.

In particolare per rilevare eventuali variazioni nella struttura e densità delle popolazioni ornitiche, in relazione alle fasi di costruzione ed esercizio dell'infrastruttura, è stato scelto un metodo di censimento relativo e precisamente il metodo delle stazioni di ascolto (Blondel et al., 1970).

Tale metodo si basa sul rilevamento speditivo degli uccelli da un prefissato numero di punti di osservazione e di ascolto adeguatamente distribuiti all'interno dell'area di studio.

In ogni punto, per una durata di ascolto standardizzata definita in 10 minuti, dovrà essere effettuata la registrazione su un'apposita scheda di ciascuna specie ornitica vista o sentita cantare, prendendo nota quando possibile del sesso, dell'età (giovani o adulti) e delle principali attività in corso. Segnali di nidificazione come nidi, canti di allarme, individui in lotta o che portano cibo o materiale per il nido sono particolarmente utili.

Prima di iniziare il conteggio sarà necessario aspettare qualche minuto per minimizzare il disturbo arrecato agli uccelli dall'arrivo dell'osservatore.

La metodologia prevede l'annotazione della posizione approssimativa degli uccelli, registrando gli individui in differenti bande di distanza (ad es. prima banda fino a 50 m e seconda banda oltre i 50 m).

Ogni rilevamento andrà associato ad una descrizione delle caratteristiche dell'ambiente circostante il punto di ascolto quali la presenza di alberi, arbusti, costruzioni, siepi ecc.

I rilevamenti vanno iniziati poco dopo l'alba, momento in cui si ha la più intensa attività canora del maggior numero di specie e devono terminare per mezzogiorno, quando si inizia ad osservare un decremento nei canti. È consigliato effettuare alcuni rilevamenti serali o notturni (per i rapaci notturni).

I conteggi non devono essere effettuati in condizioni meteorologiche sfavorevoli: vento forte, pioggia, freddo intenso.

La distribuzione dei punti di ascolto deve essere effettuata in maniera sistematica all'interno delle aree omogenee, in modo da coprire con una griglia tutta l'area della stazione di monitoraggio, suddivisa in unità ambientali omogenee definite in base a rilievi sul campo.

Per evitare di conteggiare gli individui più di una volta, i punti di ascolto saranno posti ad una distanza minima tra loro di 200 m. Saranno necessari circa 20 punti per ciascuna stazione di studio, che potranno essere marcati con paletti o strisce per consentirne il ritrovamento alle visite successive.

Le indagini verranno condotte come indicato di seguito:

- durante la stagione riproduttiva dovranno essere effettuate alcune visite in modo da assicurare il rilievo sia delle specie che nidificano all'inizio della stagione riproduttiva sia di quelle che nidificano a stagione già inoltrata e in modo da tenere conto delle variazioni stagionali nella rilevabilità delle singole specie;
- durante l'inverno dovranno essere effettuate circa due uscite in modo da rilevare le specie svernanti.

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

- Ricchezza specifica;
- Valore di frequenza percentuale;
- Indice di Equipartizione o di Evenness;
- Indice di somiglianza (Soerensen);
- Rapporto tra Non Passeriformi e Passeriformi;
- Valore ornitico;

Anfibi: i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa della comunità presente con raccolta dati quantitativi e all'evoluzione dei popolamenti durante le interferenze dovute alle lavorazioni.

Il censimento avverrà attraverso ricerca nei siti riproduttivi in modo da rilevare le specie di Anfibi Anuri (rospi, rane) e Urodela (salamandre, tritoni) presenti nel territorio senza ricorrere a metodi che possono risultare cruenti per gli animali (cattura con trappole ecc.).

La metodologia prevede la ricerca sistematica degli animali nei siti riproduttivi (stagni, corsi d'acqua, pozze temporanee, fossi ecc.). Le specie vengono rilevate tramite osservazioni e conteggi diretti degli individui adulti, delle larve e delle ovature.

L'indagine deve essere compiuta nel periodo riproduttivo, che si estende a seconda della specie nei mesi che vanno da febbraio a giugno. sia durante il giorno sia durante la notte. Poiché l'attività riproduttiva viene interrotta se le condizioni meteorologiche sono sfavorevoli, è consigliabile quando possibile svolgere i rilievi conseguentemente a un evento di precipitazioni o durante periodi ad elevata umidità.

Il numero di animali fornisce una stima dell'abbondanza relativa, utile nel comparare nel tempo i cambiamenti che possono avvenire nelle popolazioni in conseguenza a fattori di impatto.

La metodologia può essere impiegata anche per fornire dati utili alla definizione del successo riproduttivo, ad esempio per specie come Bufo bufo.

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

- Ricchezza specifica;

- Valore di frequenza percentuale;
- Indice di somiglianza (Soerensen);
- Sex ratio;
- N° ovature;

3.4.7. Componente Vegetazione

La scelta degli indicatori atti a monitorare le variazioni dello stato ambientale sulla componente vegetazione ha preso in considerazione i seguenti parametri:

- rappresentatività: l'indicatore deve essere correlabile con i fenomeni che si vogliono controllare (per quanto possibile con componenti biotiche soggette all'influenza di numerose variabili di tipo antropico ed ecologico);
- accessibilità: deve essere facilmente misurabile, campionabile facilmente ed avere una soglia di rilevabilità analitica accessibile con tecniche standard;
- affidabilità: deve avere valori minimi di errori sistematici;
- operatività: deve essere direttamente e facilmente utilizzabile per quantificare azioni di intervento;
- economicità: i costi di rilevamento e di elaborazione devono risultare il più possibile contenuti.

Inoltre sono previsti dei siti di controllo lontani dai cantieri e da possibili fonti di alterazione per affinare l'interpretazione delle dinamiche vegetazionali delle formazioni oggetto delle attività di cantiere.

Il potenziale impatto determinato sulla vegetazione dalle fasi di costruzione ed esercizio dell'adeguamento autostradale e l'efficacia delle opere di recupero e ripristino ambientale rispetto agli obiettivi prefissati, verranno determinati tramite le seguenti metodologie di monitoraggio:

Rilievi fitosociologici

Un rilievo fitosociologico consiste essenzialmente nel descrivere la vegetazione in base alle specie vegetali che la compongono, precisando la composizione e la struttura del popolamento vegetale anche attraverso la definizione dei rapporti quantitativi tra le singole specie.

Il rilievo deve essere eseguito sul «popolamento elementare», cioè su tratti di vegetazione omogenea che costituiscono un campione rappresentativo di una determinata fascia vegetazionale.

La superficie da monitorare viene determinata per incremento successivo di area: partendo da una piccola superficie si annotano tutte le specie rinvenute, per poi raddoppiare varie volte l'area considerata fino a quando si hanno incrementi di nuove specie bassissimi o si ha un incremento molto elevato che indica un mutamento di condizioni ecologiche e quindi la presenza di un popolamento vegetale differente

Normalmente, mentre per la vegetazione erbacea sono sufficienti superfici di 50-100 m², per la vegetazione arbustiva o arborea è opportuno effettuare rilevamenti su 200-400 m² di superficie minima.

I rilievi fitosociologici eseguiti con il metodo Braun-Blanquet prevedono la raccolta di dati riguardanti non solo la composizione floristica, ma anche l'orografia ed il substrato della

stazione, al fine di meglio definire i parametri ecologici che influenzano la composizione e la struttura del popolamento.

Completato l'elenco floristico ad ogni specie vengono assegnati alcuni indici, normalmente espressi mediante scale di valori convenzionali, quali l'abbondanza (numero di individui di ogni specie che entra nella costituzione del popolamento vegetale del territorio preso in esame), la dominanza (estensione, areale o volumetrica, occupata dagli individui della stessa specie in rapporto alla superficie o al volume occupato dall'insieme del popolamento analizzato) e l'associabilità tra gli individui.

La stima dell'abbondanza-dominanza viene eseguita usando la scala di Braun-Blanquet che prevede i seguenti valori:

5: COPERTURA MAGGIORE DEL 75%
4: COPERTURA DAL 50 AL 75%
3: COPERTURA DAL 25 AL 50%
2: COPERTURA DAL 5 AL 25%
1: COPERTURA DALL'1 AL 5%
+ : SPORADICA, CON COPERTURA TRASCURABILE
R: RARA, UNO O POCHI INDIVIDUI ISOLATI

In seguito all'esecuzione del rilievo fitosociologico, verranno calcolati i seguenti indicatori:

- Ricchezza floristica;
- Flora antropogena;
- Indice di diversità di specie secondo Shannon;
- Indice di Equiripartizione o di Evenness;
- Indice di Coerenza corologica.

4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Per quanto riguarda la durata delle fasi operative si è fatto riferimento a quanto riportato nella tabella seguente.

Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
12 mesi	36 mesi	12 mesi

Tabella 3 – Durata delle varie fasi di monitoraggio

La durata dell'intera attività di monitoraggio, comprensiva anche delle fasi ante e post operam, risulta quindi pari a **60 mesi**.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati il dettaglio delle attività di monitoraggio previste, delle misure e le relative frequenze riferite alle diverse metodiche di rilievo selezionate per ciascuna componente ambientale individuata sulla base delle analisi e delle valutazioni riportate nel Capitolo 3.

4.1. Componente Antropica

Dato il non elevato grado di urbanizzazione della zona interessata dall'intervento, le componenti più strettamente legate alla sfera antropica, non risultano particolarmente vulnerabili e sensibili. E' stata comunque definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni.

4.1.1. Atmosfera

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella Tabella n. 4, con le metodiche di riferimento e con frequenza trimestrale. Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possano derivare emissioni significative di polveri, al fine di rilevare le condizioni indisturbate.

Anche per quanto riguarda le misure ante operam finalizzate alla definizione degli impatti prodotti dall'infrastruttura autostradale il monitoraggio dovrà essere svolto prima dell'inizio dei lavori. Il monitoraggio di corso d'opera in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle attività dei cantieri sarà avviato a seguito dell'inizio dei lavori ed in presenza di condizioni di normale attività, cioè fintanto che la postazione sarà soggetta ad impatto determinato dalle attività di cantiere.

Nel presente Piano si è optato per la scelta della metodica A2 per valutare l'impatto determinato dal cantiere principale dove le Polveri Sottili (PM10) possono essere ritenute il principale ed unico inquinante derivante dalle normali attività di cantiere. L'entità del traffico indotto dalle lavorazioni prevede in tale tratta, un numero esiguo di veicoli per giorno, quindi l'impatto risulta trascurabile.

Le campagne di monitoraggio post operam devono essere programmate all'interno del primo anno di esercizio dell'opera in progetto. I siti sono stati individuati in aree residenziali negli abitati di Cecina, Castagneto Carducci, Campigliana Marittima dove la presenza del nuovo tracciato autostradale comporterà una variazione dei flussi del traffico. Tali aree oltre ad essere i principali centri abitati del lotto in oggetto sono quelli che risultano maggiormente impattati dagli studi atmosferici contenuti nel SIA.

Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella planimetria in scala 1:5000 allegata e nella Tabella 4.

L'ubicazione delle sezioni di monitoraggio è individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A12-MT-A1-01**

A12 = Autostrada oggetto dell'intervento

CE = codice del comune di appartenenza;

CE = Cecina

RP = Riparbella

MO = Montescudaio

BI = Bibbona

CC = Castagneto Carducci

SV = San Vincenzo

CM = Campiglia Marittima

PB = Piombino

FO = Follonica

MM = Massa Marittima

SC = Scarlino

A2 = Metodica di Monitoraggio

A1 = Misura della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato per 15 giorni (ante operam, post operam);

A2 = Misura delle polveri sottili (PM10) per 15 giorni con campionatore sequenziale (ante operam, corso d'opera);

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		A1	A2	A1	A2	A1	A2	
A12-CE-A2-01	Cantiere	.	4	-	10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE-A1-02	Esercizio	4	.	-	-	4		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CC-A1-03	Esercizio	4	.	-	-	4		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.

A12-SV-A2-04	Cantiere	.	4	-	10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CM-A1-05	Esercizio	4	.	-	-	4		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-PB-A2-06	Cantiere	.	4	-	10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-MM-A2-07	Cantiere	.	4	-	10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
TOTALE		12	16	-	40	12	-	

Tabella 4 - Piano delle misure da effettuare – ATMOSFERA

4.1.2. Rumore

Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree interessate dal futuro esercizio, dai cantieri principali, verranno svolte preventivamente alla installazione dei cantieri stessi e allo svolgimento di attività rumorose quali bonifica bellica, decespugliamenti, sbancamenti, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle Tavole allegate e nella Tabella 5, una volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle aree interessate dai cantieri e dalle lavorazioni principali.

Le misure sono previste in corrispondenza dei punti localizzati nelle Tavole allegate e indicati in Tabella 5. Per ciò che riguarda le postazioni (cantieri principali e fronti di avanzamento) le misure verranno ripetute, in condizioni standard, ogni 3 mesi.

La campagna di monitoraggio post operam è stata programmata nel primo anno di esercizio dell'opera in progetto. I ricettori individuati sono quelli maggiormente impattati dal nuovo tracciato autostradale.

Ubicazione delle stazioni di misura

La planimetria in scala 1:5000 allegata, riporta l'ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A12-MT-R3-01**

A12 = Autostrada oggetto dell'intervento

CE = codice del comune di appartenenza;

CE = Cecina

RP = Riparbella

MO = Montescudaio

BI = Bibbona

CC = Castagneto Carducci

SV = San Vincenzo

CM = Campiglia Marittima

PB = Piombino

FO = Follonica

MM = Massa Marittima

SC = Scarlino

R2 = Metodica di Monitoraggio

R2 = Misure di 24 ore, postazioni semifisse parzialmente assistite da operatore per rilievi attività di cantiere (ante operam, corso d'opera);

R3 = Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore per rilievi di traffico veicolare (ante operam, post operam);

R4 = Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica del limite differenziale (ante operam, corso d'opera);

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam	
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	
A12-CE- R2-01	Fronte avanzamento	1			10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE- R3-02	Esercizio		1				1	In corrispondenza degli interventi di mitigazione acustica
A12-CE- R2-03	Cantiere	1			10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE- R4-03	Cantiere			1		10		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE- R2-04	Fronte avanzamento	1			10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-BI- R3-05	Esercizio		1				1	In corrispondenza degli interventi di mitigazione acustica
A12-CC- R3-06	Esercizio		1				1	In corrispondenza degli interventi di mitigazione acustica
A12-CE- R2-07	Cantiere	1			10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE- R4-07	Cantiere			1		10		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CM- R3-08	Esercizio		1				1	In corrispondenza degli interventi di mitigazione acustica
A12-PB- R2-09	Cantiere	1			10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-PB- R4-09	Cantiere			1		10		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-MM- R2-10	Cantiere	1			10	-		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-MM- R4-10	Cantiere			1		10		Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam	
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	
TOTALE		6	4	4	60	40	4	

Tabella 5 - Piano delle misure da effettuare – RUMORE

4.1.3. Vibrazioni

Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere, della viabilità di servizio di futura realizzazione o esistente, devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possono derivare emissioni significative di vibrazione, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati in tabella 6, una sola volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate per le metodiche di riferimento V1.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle sorgenti di vibrazione presenti nei cantieri fissi e sui fronti di avanzamento saranno verificate con i responsabili degli stessi cantieri.

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori impattati dal traffico di servizio saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante che vi sia una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure. In particolare, i rilievi vibrometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di vibrazione ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di impatto Vibrazionale.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e riportati in tabella 6.

Come indicato nel SIA a distanze inferiori a 50 m dal tracciato autostradale si potrebbe superare la soglia del disturbo, pertanto nel presente piano sono stati individuati dei ricettori rappresentativi.

Le misure verranno ripetute indicativamente ogni 3 mesi e comunque sempre nei periodi in cui è previsto l'utilizzo delle seguenti attrezzature:

- rullo vibrante per compattazione di sottofondi e la realizzazione di rilevati;
- attrezzature a percussione per la realizzazione di pali, micropali, ecc.;
- martelli pneumatici per il disaggio di massi o la demolizione di strutture.

Monitoraggio post operam

Le vibrazioni dovute al traffico autoveicolare non determinano, se lo stato d'usura della pavimentazione stradale è priva di discontinuità, problemi di disturbo sugli edifici prossimi alla sede stradale pertanto non si prevedono rilievi nella fase di esercizio.

Le tavole in scala 1:5000 allegate alla presente Relazione riportano l'ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A12-TA-V1-01**

A12 = Autostrada oggetto dell'intervento

CE = codice del comune di appartenenza;

CE = Cecina

RP = Riparbella

MO = Montescudaio

BI = Bibbona

CC = Castagneto Carducci

SV = San Vincenzo

CM = Campiglia Marittima

PB = Piombino

FO = Follonica

MM = Massa Marittima

SC = Scarlino

V1 = Metodica di Monitoraggio

V1 = Misura di breve periodo finalizzate al disturbo (ante operam, corso d'operam);

V2 = Misura di breve periodo finalizzate al danno (corso d'opera);

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE						NOTE
Codice	Lavorazione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A12-CE-V1-01	Fronte avanzamento	1	-	10	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE-V2-01	Fronte avanzamento	-	-	-	10	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE-V1-02	Fronte avanzamento	1	-	10	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE-V2-02	Fronte avanzamento	-	-	-	10	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE-V1-03	Cantiere	1	-	10	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE-V2-03	Cantiere	-	-	-	10	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.

A12-CE-V1-04	Fronte avanzamento	1	-	10	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-CE-V2-04	Fronte avanzamento	-	-	-	10	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-PB-V1-05	Fronte avanzamento	1	-	10	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-PB-V2-05	Fronte avanzamento	-	-	-	10	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 30 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
TOTALE	TOTALE	5	-	50	50	-	-	

Tabella 6 – Piano delle misure da effettuare – VIBRAZIONI

4.2. Componente Idrica

Gli interventi previsti in corrispondenza di scolarari, ponti e attraversamenti fluviali, con la realizzazione di opere in alveo, quali sistemazioni spondali, guadi provvisori e ampliamento di pile e spalle e la presenza di interventi di rimodellamento morfologico di alcune zone con movimenti di materiale, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare riferimento agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali. All'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale è stata quindi prevista la componente ambientale legata a tali aspetti, denominata nel seguito Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali.

In relazione alla tipologia costruttiva in rilevato del tratto in esame, la componente Acque Sotterranee è stata inserita all'interno del PMA con lo scopo di monitorare la possibile alterazione del regime idraulico sotterraneo e del chimismo delle acque a seguito di eventuali infiltrazioni locali derivanti dalle lavorazioni. In particolare la scelta delle captazioni critiche è stata effettuata sulla base delle aree geomorfologicamente più vulnerabili.

4.2.1. Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali

L'idrografia dell'area è strettamente legata alla morfologia, al regime delle precipitazioni ed alla natura litologica dei terreni affioranti. Il territorio interessato dall'area in esame è per gran parte compreso nel bacino idrografico definito "Toscana Costa" nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana (2005). Tale bacino è diviso in quattro sottobacini: Cecina, Cornia, Pecora e Fine, di cui i più importanti sono il Cecina ed il Cornia.

Le sezioni di controllo relative alla componente "Acque Superficiali" sono state posizionate sui corsi d'acqua quanto in prossimità delle lavorazioni principali che potrebbero alterare le caratteristiche qualitative dello stesso.

Di seguito vengono sinteticamente descritti i corpi idrici interessati da interventi e lavorazioni potenzialmente interferenti con le acque superficiali e che saranno oggetto di monitoraggio ambientale.

Fiume Cecina

Il Fiume Cecina prende origine dalle Cornate di Gerfalco, in provincia di Grosseto, a circa 812 m di altitudine. Il suo percorso si snoda in direzione Nord-Ovest dalla sorgente fino

all'altezza di Volterra e poi in direzione Ovest fino al mare. Attraversa fino alla confluenza con il Torrente Pavone la provincia di Siena, per scorrere poi all'interno della provincia di Pisa fino a pochissimi km dalla foce, attraversando nell'ultimo tratto la pianura costiera in provincia di Livorno, con un bacino dalla superficie complessiva di poco superiore ai 900 km² ed una lunghezza dell'asta principale di circa 79 km. Il fiume presenta un regime spiccatamente torrentizio, con portate misurate sul medio corso, variabili tra un massimo di 1.030 m³/sec ed un minimo di 0.01 m³/sec, con frequenti fenomeni di stress idrico.

Gli affluenti di sinistra sono più lunghi e hanno letti più ampi di quelli di destra, principalmente a carattere torrentizio e con maggiori pendenze del corso. In riva sinistra il Cecina riceve le acque dei Torrenti Pavone, Trossa e Sterza (i cui bacini occupano circa 367 km²). In riva destra riceve i Torrenti Fosci, Cortolla e Lupicaia (con circa 142 km² di bacino). Sull'asta principale si verificano lunghe magre durante il periodo estivo e forti piene da novembre fino alla stagione primaverile.

La Valle del Cecina, suddivisibile in Alta e Bassa, è una rilevante trasversale fisica che lega la costa ai territori interni della Toscana. Gran parte dell'area è collinare, mentre in corrispondenza del medio corso del Cecina si trova una pianura alluvionale di modesta ampiezza che, con le sue quote inferiori ai 100 m s.l.m., costituisce l'area meno elevata della valle.

Il fiume Cecina per la sua fascia riparia ancora ben conservata, risulta essere un ambiente di rifugio per molte specie appartenenti alla fauna ornitica, considerando che il suo letto scorre in un ambiente ad alta antropizzazione.

Fiume Cornia

Il fiume Cornia nasce dal monte Aia dei Diavoli (m.875) e scorre nella valle omonima tra le province di Grosseto, Pisa e Livorno per circa 50 km, sfociando nel mar Tirreno a Ponte d'Oro. Presso la Srischia si divide in due rami: fosso Cornia Vecchia e fiume Cornia, canalizzato. Tra i principali affluenti in sinistra idrografica si individuano il rio Secco in provincia di Grosseto, e il torrente Milia in provincia di Livorno. I principali affluenti in destra idrografica sono il torrente Massera e il fosso Riomerdancio in provincia di Livorno.

Fiume Pecora

Il Fiume Pecora nasce dalle Colline Metallifere grossetane, poco a nord di Massa Marittima. Il corso d'acqua scende a valle prima in direzione sud-ovest e, dopo una curva a sinistra, verso sud, dove forma l'omonima piana tra Follonica, Gavorrano e Scarlino (la più settentrionale della Maremma grossetana). Il fiume sfocia nel Mar Tirreno, nel Golfo di Follonica, alcuni chilometri a sud dell'omonima cittadina.

Il fiume Pecora presenta una fascia fluviale molto interessante, con tipica caratterizzazione degli ambienti fluviali. Sono presenti canneti, specie arbustive a saliceto, e specie arboree di pioppo nero (*Populus nigra*) e salice bianco (*Salix alba*).

Corsi d'acqua minori

L'idrografia dell'area è costituita da un denso reticolo di corsi d'acqua minori caratterizzati da un medio-breve percorso, elevata pendenza nell'alto e medio bacino, e bassa pendenza in pianura dove spesso risultano arginati con pensilità più o meno elevata. Il regime idraulico è tipicamente torrentizio con piene anche violente e improvvise.

Si menzionano in particolare i fossi Bolgheri e Camilla, canali di bonifica con una fascia riparia molto ridotta, che risultano estremamente importanti in quanto delimitano la zona umida "Padule di Bolgheri". Tale zona è tutelata con decr. Ministero agricoltura e foreste (1971) e Zona di rispetto venatorio (L.R. 3/94) oltre ad essere una zona a protezione speciale (ZPS) e sito di importanza comunitario SIC IT5160018. È gestita dal WWF e

rappresenta un'area importante come luogo di sosta e svernamento per molte specie di uccelli.

Le tavole in scala 1:5000 allegate riportano l'ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Codice completo: **A12-CE-SU-PE-01**

A12 = Autostrada oggetto dell'intervento

CE = codice del comune di appartenenza;

CE = Cecina

RP = Riparbella

BI = Bibbona

CC = Castagneto Carducci

CM = Campiglia Marittima

PB = Piombino

MM = Massa Marittima

SC = Scarlino

SU = componente ambientale (SU: Acque superficiali);

PE = individuazione punto di misura: "Fiume Pecora"

PE = Fiume Pecora

CC= Fosso Corniaccia

CO = Fiume Cornia

CA= Fosso Carestia

BO= Fosso Bolgheri

CM= Fosso Camilla

LI= Fosso del Livrone

CE= Fiume Cecina

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio all'interno del tratto.

La tabella seguente riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A12-RP-SU-CE-01	Fiume Cecina monte	Riparbella
A12-CE-SU-CE-02	Fiume Cecina valle	Cecina
A12-BI-SU-LI-03	Fosso del Livrone monte	Bibbona
A12-BI-SU-LI-04	Fosso del Livrone valle	Bibbona
A12-CC-SU-CM-05	Fosso Camilla monte	Castagneto Carducci
A12-CC-SU-CM-06	Fosso Camilla valle	Castagneto Carducci
A12-CC-SU-BO-07	Fosso Bolgheri monte	Castagneto Carducci
A12-CC-SU-BO-08	Fosso Bolgheri valle	Castagneto Carducci
A12-CC-SU-CA-09	Fosso Carestia monte	Castagneto Carducci
A12-CC-SU-CA-10	Fosso Carestia valle	Castagneto Carducci

A12-CM-SU-CO-11	Fiume Cornia monte	Campiglia Marittima
A12-CM-SU-CO-12	Fiume Cornia valle	Campiglia Marittima
A12-PB-SU-CC-13	Fosso Corniaccia monte	Piombino
A12-PB-SU-CC-14	Fosso Corniaccia valle	Piombino
A12-MM-SU-PE-15	Fiume Pecora monte	Massa Marittima
A12-SC-SU-PE-16	Fiume Pecora valle	Scarlino

Tabella 7 – Elenco stazioni di monitoraggio

I parametri di misura comprendono un set standard (A1+A3) contenente le indagini quantitative e i parametri chimico fisici, un set contenente parametri chimici specialistici (A4), un set riguardante la batteriologia (A5), un set relativo all'Indice Biotico Esteso (A7), un set relativo all'Indice Funzionalità Fluviale (A8).

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
A1	Q – Misura correntometrica della portata
A3	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica O.D. – Ossigeno Disciolto SST – Solidi Sospesi Totali
A4	C.O.D. Idrocarburi totali Cromo totale Nichel Zinco Cadmio Cloruri Solfati
A5	Escherichia Coli
A7	I.B.E. – Indice Biotico Esteso (U.S., C.Q.)
A8	I.F.F. – Indice di Funzionalità Fluviale

Tabella 8 - Parametri di monitoraggio

SET A1 – A3

Tali parametri, la cui misura verrà rilevata su tutte le sezioni in occasione di ogni campagna, potranno fornire una caratterizzazione quantitativa e una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione.

SET A4, A5

I parametri dei set A4 e A5 daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di “bianco” dei corsi d'acqua.

SET A7

In questo set di parametri rientra la determinazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.), basato sulla ricchezza e la composizione delle comunità macrobentoniche. Tale indice, oltre a permettere una valutazione delle caratteristiche complessive dei bacini idrografici e dell'impatto dell'attività antropica, fornisce un giudizio sintetico sulla qualità, e relative evoluzioni, dell'ambiente fluviale interessato dalle lavorazioni autostradali.

SET A8

Il set A8 prevede la determinazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F. – ANPA 2000); si tratta di una metodologia di rilevamento che permette di valutare la funzionalità ecologica degli ecosistemi fluviali; oltre all'ambiente acquatico l'indice prende in considerazione l'ambiente terrestre che insiste sul corso d'acqua e che ne condiziona la stabilità e la funzionalità trofica, rivalutando in particolare la funzione della zona riparia come ecotono di separazione tra l'ecosistema propriamente acquatico e l'ecosistema terrestre. La determinazione dell'indice consiste in una scheda di 14 domande suddivise nei seguenti gruppi funzionali: condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive, individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua, caratteristiche biologiche attraverso analisi della comunità macrobentica e macrofita e della conformazione del detrito. Il valore di IFF finale permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la funzionalità del corso d'acqua (9 classi da ottimo a pessimo). Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso tra il regime idrologico di morbida e quello di magra e comunque in un periodo di attività vegetativa. Il tratto fluviale analizzato sarà sufficientemente esteso per individuare eventuali alterazioni e modifiche indotte dalle lavorazioni autostradali ed interesserà, per ogni corso d'acqua, sia il tratto a monte che a valle dell'interferenza autostradale.

Si riporta di seguito una tabella contenente il dettaglio dei set funzionali previsti per ogni corso d'acqua.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A12-RP-SU-CE-01	Fiume Cecina monte	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-CE-SU-CE-02	Fiume Cecina valle	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-BI-SU-LI-03	Fosso del Livrone monte	A1+A3+A4+A5
A12-BI-SU-LI-04	Fosso del Livrone valle	A1+A3+A4+A5
A12-CC-SU-CM-05	Fosso Camilla monte	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-CC-SU-CM-06	Fosso Camilla valle	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-CC-SU-BO-07	Fosso Bolgheri monte	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-CC-SU-BO-08	Fosso Bolgheri valle	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-CC-SU-CA-09	Fosso Carestia monte	A1+A3+A4+A5
A12-CC-SU-CA-10	Fosso Carestia valle	A1+A3+A4+A5
A12-CM-SU-CO-11	Fiume Cornia monte	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-CM-SU-CO-12	Fiume Cornia valle	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-PB-SU-CC-13	Fosso Corniaccia monte	A1+A3+A4+A5
A12-PB-SU-CC-14	Fosso Corniaccia valle	A1+A3+A4+A5
A12-MM-SU-PE-15	Fiume Pecora monte	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A12-SC-SU-PE-16	Fiume Pecora valle	A1+A3+A4+A5+A7+A8*

* il set A8 è riferito al corso d'acqua e non alla singola sezione

Tabella 9 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi

d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di monitoraggio in corso d'opera verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali ed evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni.

Set di misura	Ante Opera	Corso d'opera	Post Opera
A1, A3, A4, A5	trimestrale	trimestrale	trimestrale
A7	Semestrale	Semestrale	Semestrale
A8	Annuale	Annuale	Annuale

Tabella 10 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

4.2.2. Acque Sotterranee

La porzione di territorio analizzata, ad eccezione dei rilievi collinari a Nord di Follonica e di quelli in comune di San Vincenzo, è a morfologia da pianeggiante a sub pianeggiante, pertanto l'idrogeologia si focalizza sui sistemi acquiferi ospitati nei sedimenti sottostanti le pianure alluvionali e costiere di pertinenza dei principali corsi d'acqua. Tra queste si individuano, da Nord a Sud, tre contesti: la pianura alluvionale della bassa valle del Fiume Cecina, la pianura costiera del Fiume Cornia e la pianura costiera di Follonica-Scarlino.

Per quanto riguarda il tratto di pianura della bassa valle del Fiume Cecina i depositi quaternari che ospitano il sistema acquifero della pianura hanno grado di permeabilità variabile (alta per alluvioni terrazzate, spiagge, dune e detriti; bassa per alluvioni recenti, depositi di transizione e terreni di bonifica) e nel loro insieme sono rappresentati da alternanze di livelli sabbioso-ghiaiosi e livelli limoso-calcarenitico-argillosi. Tali orizzonti a granulometria fine rappresentano dei setti di separazione, talvolta molto continui e potenti, tra le falde che divengono localmente confinate o semiconfinite. Già dagli anni '80 è noto il depauperamento progressivo delle falde dovuto al sovrasfruttamento così come, parallelamente, è documentato l'avanzamento dell'intrusione salina.

Nell'area relativa alla pianura costiera del Fiume Cornia le unità geologiche affioranti possono essere suddivise qualitativamente, in base alla permeabilità, in due complessi: il complesso quaternario formato dai depositi alluvionali e palustri/lagunari della pianura del F. Cornia e dai depositi eolici e colluviali della pianura di San Vincenzo-Palmentello; e il complesso Pre-Quaternario. Nel primo caso il complesso risulta molto permeabile per porosità in corrispondenza dei livelli sabbioso-ghiaiosi che occupano in prevalenza il settore più elevato della pianura (area Bagnarello-Casetta di Cornia); mentre nel secondo caso è caratterizzato da rocce da molto a poco permeabili per fessurazione o fessurazione e porosità a seconda della litologia delle formazioni appenniniche interessate. La presenza di coperture o intercalazioni permeabili o semipermeabili determina l'instaurarsi di falde semiconfinite o confinate componenti nel loro insieme un acquifero multifalde in pressione nella zona di pianura prossima alla costa, mentre nel settore alto della pianura l'acquifero è di tipo non confinato ed in rapporto con il reticolo idrografico che lo alimenta.

La pianura di Follonica-Scarlino rappresenta il tratto terminale della pianura del F. Pecora. La successione stratigrafica olocenica della pianura è identificabile nell'alternarsi di alluvioni attuali e recenti, sabbie e dune costiere, conoidi alluvionali, depositi palustri e terreni di bonifica. Quella neoautoctona comprende sabbie, alluvioni, conglomerati e depositi di transizione con età comprese tra il Pleistocene superiore ed il Messiniano e poggia su formazioni in facies ligure e toscana cretacee ed oligoceniche. Le acque sotterranee di quest'area possono essere classificate come prevalentemente solfato-alcalino terrose ed è

documentata la circolazione di acque solfatiche nelle formazioni liguri e toscane che delimitano la pianura.

Il tracciato di progetto, costituito principalmente da tratti in adeguamento della sede stradale attuale interferisce in minima parte con il regime idrogeologico del territorio. Sono però presenti numerosi pozzi nelle vicinanze del tracciato stradale e, in particolare, pozzi ad uso idropotabile, che potrebbero rappresentare un carattere di criticità in termini di modificazioni del chimismo delle acque a seguito di eventuali infiltrazioni locali dovute alle lavorazioni.

La planimetria in scala 1:5000 allegata riporta l'ubicazione dei punti di monitoraggio, ciascuno individuato da un codice, assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Codice completo: **A12-CE-SO-PP-115**

A12 = Autostrada oggetto dell'intervento

CE= codice del comune di appartenenza;

CE = cecina

BI = Bibbona

CC = Castagneto Carducci

SV = San Vincenzo

CM = Campiglia Marittima

PB = Piombino

SO = componente ambientale (SO: Acque sotterranee);

PP = Tipologia punto di misura

PP = Pozzo privato;

PC = Pozzo comunale;

PZ = Piezometro;

115 = numero associato al punto di monitoraggio

La tabella riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A12-CE-SO-PP-115	Vallino	Cecina
A12-CE-SO-PP-596	Cecina 596	Cecina
A12-CE-SO-PZ-310	Svincolo Bibbona	Cecina
A12-BI-SO-PP-538	Albergo	Bibbona
A12-BI-SO-PP-551	Via Capanne 551	Bibbona
A12-BI-SO-PP-624	Le Colonne	Bibbona
A12-CC-SO-PZ-626	Le Sondraie 1	Castagneto Carducci
A12-CC-SO-PP-627	Le Sondraie 2	Castagneto Carducci
A12-CC-SO-PP-708	Macchiaiole	Castagneto Carducci
A12-CC-SO-PP-804	Acqua Calda	Castagneto Carducci
A12-CC-SO-PP-105	Campo Base 1	Castagneto Carducci
A12-CC-SO-PZ-836	Campo Base 2	Castagneto Carducci
A12-CC-SO-PP-840	Campo Base 3	Castagneto Carducci
A12-CC-SO-PZ-801	Carestia	Castagneto Carducci
A12-SV-SO-PP-013	Via Castelluccio	San vincenzo
A12-SV-SO-PC-003	Svincolo san Vincenzo	San Vincenzo

A12-CM-SO-PZ-501	Svincolo Venturina	Campiglia Marittima
A12-PB-SO-PZ-220	Stazione Riotorto	Piombino
A12-PB-SO-PP-304	Forche	Piombino
A12-PB-SO-PP-301	Valmaggiore	Piombino

Tabella 11 – Elenco stazioni di monitoraggio.

I parametri di misura comprendono un set standard (B1+B2) da rilevare su tutti i punti in occasione di ogni campagna e due set di parametri specifici addizionali (B3+B4) finalizzato alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sotterraneo.

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
B1	LP – livello piezometrico
B2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica
B3	Bicarbonati Calcio Sodio Potassio Magnesio Cloruri Solfati
B4	Idrocarburi totali Nitrati Escherichia coli

Tabella 12 - Parametri di monitoraggio

SET B1 – B2

Tali parametri, la cui misura verrà rilevata su tutti i punti di misura in occasione di ogni campagna, potranno fornire una caratterizzazione quantitativa e una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione.

SET B3

Il set B3 è finalizzato ad una caratterizzazione geochimica delle acque di falda e ed alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in trincea; fornirà inoltre una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea.

SET B4

Il set B4 prevede la determinazione di parametri collegati ad inquinamenti di origine antropica ed è finalizzato ad individuare eventuali variazioni qualitative delle acque di falda anche in funzione della rilevanza delle captazioni stesse.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A12-CE-SO-PP-115	Vallino	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CE-SO-PP-596	Cecina 596	B1 (LP)+B2+B3+B4

A12-CE-SO-PZ-310	Svincolo Bibbona	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-BI-SO-PP-538	Albergo	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-BI-SO-PP-551	Via Capanne 551	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-BI-SO-PP-624	Le Colonne	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CC-SO-PZ-626	Le Sondraie 1	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CC-SO-PP-627	Le Sondraie 2	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CC-SO-PP-708	Macchiaiole	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CC-SO-PP-804	Acqua Calda	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CC-SO-PP-105	Campo Base 1	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CC-SO-PZ-836	Campo Base 2	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CC-SO-PP-840	Campo Base 3	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CC-SO-PZ-801	Carestia	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-SV-SO-PP-013	Via Castelluccio	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-SV-SO-PC-003	Svincolo san Vincenzo	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-CM-SO-PZ-501	Svincolo Venturina	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-PB-SO-PZ-220	Stazione Riotorto	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-PB-SO-PP-304	Forche	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-PB-SO-PP-301	Valmaggiore	B1 (LP)+B2+B3+B4

Tabella 13 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Si riportano di seguito le frequenze delle indagini suddivise per set e per fase di monitoraggio; le cadenze di monitoraggio sono state individuate sulla base di valutazioni di carattere generale sulla tipologia delle indagini pianificate e sulla variabilità media dei parametri oggetto di indagine osservata nell'ambito di analoghe esperienze di monitoraggio. Tali frequenze sono sufficienti ad una caratterizzazione di massima degli andamenti stagionali sia in fase Ante Operam che in fase di Corso d'Opera; resta inteso che in funzione degli avanzamenti delle lavorazioni le cadenze di indagine potranno essere variate per adattarsi alle particolari condizioni locali.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
B1, B2	bimestrale	bimestrale	bimestrale
B3, B4	trimestrale	trimestrale	trimestrale

Tabella 14 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

4.3. Componente Naturale

4.3.1. Fauna

Le misure di corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella sotto riportata.

Il numero dei rilievi previsto per ogni anno di monitoraggio dovrà essere svolto nel corso dell'anno solare; ogni anno di monitoraggio ha inizio con il mese di gennaio e termina con il mese di dicembre. All'interno dell'anno i rilievi dovranno essere eseguiti nei periodi più idonei in relazione alla metodica di monitoraggio.

Per ottenere una serie completa di dati significativi e confrontabili, il monitoraggio della fase di corso d'opera deve avere inizio non appena cominciano quelle lavorazioni che possono influenzare anche indirettamente con i popolamenti animali.

Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate e nella Tabella 15.

L'ubicazione dei siti di monitoraggio è individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A12-CC-FA-01**

A12 = Autostrada oggetto dell'intervento;

CC = codice del comune di appartenenza;

CE = Cecina

RP = Riparbella

MO = Montescudaio

BI = Bibbona

CC = Castagneto Carducci

SV = San Vincenzo

CM = Campiglia Marittima

PB = Piombino

FO = Follonica

MM = Massa Marittima

SC = Scarlino

FA = Metodica di Monitoraggio;

FA = Monitoraggio dell'avifauna;

FN = Monitoraggio degli anfibi;

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio per metodica.

FAUNA							
IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO					
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam	
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN
A12/CC//FA/01	Padule di Bolgheri Km 14	5	0	5	0	5	0
A12/CC/FN/01		0	4	0	4	0	4
A12/CC/FA/02	Dune bosco costiero di S. Vincenzo Km 25	5	0	5	0	5	0
A12/FO/FA/03	Lecceta Follonica Km 56	5	0	5	0	5	0
A12/FO/FN/02		0	4	0	4	0	4
A12/MM/FA/04	Fiume pecora Km 60	5	0	5	0	5	0
A12/MM/FN/03		0	4	0	4	0	4
TOTALE		20	12	20	12	20	12

Tabella 15 - Piano delle misure da effettuare ogni anno suddivise per fasi

4.3.2. Vegetazione

Le misure di corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella sotto riportata.

Il numero dei rilievi previsto per ogni anno di monitoraggio dovrà essere svolto nel corso dell'anno solare; ogni anno di monitoraggio ha inizio con il mese di gennaio e termina con il mese di dicembre. All'interno dell'anno i rilievi dovranno essere eseguiti nei periodi più idonei in relazione alla metodica di monitoraggio.

Per ottenere una serie completa di dati significativi e confrontabili, il monitoraggio della fase di corso d'opera deve avere inizio non appena cominciano quelle lavorazioni che possono influenzare anche indirettamente con i popolamenti vegetali.

Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate e nella Tabella 16.

L'ubicazione dei siti di monitoraggio è individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A12-CC-E2-01**

A12 = Autostrada oggetto dell'intervento;

CC = codice del comune di appartenenza;

CE = Cecina

RP = Riparbella

MO = Montescudaio

BI = Bibbona

CC = Castagneto Carducci

SV = San Vincenzo

CM = Campiglia Marittima

PB = Piombino

FO = Follonica

MM = Massa Marittima

SC = Scarlino

E2 = Metodica di Monitoraggio;

E2 = Rilievo floristico-vegetazionale;

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio per metodica.

B1 = Sito di controllo numero 1.

VEGETAZIONE				
IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO		
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
Codice	Denominazione	E1	E1	E1
A12/CC/E2/01	Padule di Bolgheri Km 14	3	3	3
A12/CC/E2/02	Dune bosco costiero di S. Vincenzo Km 25	3	3	3
A12/FO/E2/03	Lecceta Follonica Km 56	3	3	3
A12/MM/E2/04	Fiume pecora Km 60	3	3	3
A12/BO/E2/B1	Sito di controllo	3	3	3
TOTALE		15	15	15

Tabella 16 - Piano delle misure da effettuare ogni anno suddivise per fasi

5. ASPETTI ORGANIZZATIVI

Per il coordinamento e l'esecuzione delle attività di monitoraggio risulta necessario un tipo di organizzazione ben strutturata e impostata secondo i seguenti criteri:

- uniformità e organicità delle risorse e delle procedure operative tra i vari settori di indagine;
- massima efficienza tecnica conseguente all'impiego di risorse di alto livello in tutte le componenti del sistema operativo (personale qualificato, strumentazione, supporti informatici) e alla stretta integrazione tra attività di campo e gestione dei dati nei diversi ambiti tematici del monitoraggio;
- massimo grado di oggettivazione di tutte le fasi di attività, attraverso l'esplicitazione e la visibilità esterna delle risorse professionali e strumentali impiegate, delle procedure di validazione e di trattamento informatico dei dati, delle modalità di diffusione delle informazioni;
- gestione unitaria di tutte le funzioni connesse con l'attività di monitoraggio: dalle operazioni di misura e trattamento dati, ai rapporti con enti esterni di controllo e di interscambio di informazioni, alla consulenza specialistica relativa ad interventi ed azioni preventive o mitigative degli impatti sull'ecosistema, alla gestione di situazioni di emergenza.

Il raggiungimento di tali obiettivi è possibile solo attraverso una organizzazione in grado di coprire tutte le competenze necessarie alle diverse fasi dell'attività e alle diverse componenti ambientali considerate.

Di seguito si riportano sinteticamente alcune indicazioni relative alla struttura funzionale del sistema.

5.1. Struttura operativa

La struttura operativa dedicata all'esecuzione del monitoraggio si baserà su una organizzazione finalizzata alla garanzia dei risultati nell'esecuzione delle misure ed alla possibilità di gestire, analizzare ed accorpare i singoli rilievi in modo da monitorare la qualità dell'ambiente nelle tre fasi ante, corso e post operam; l'intero sistema dovrà pertanto essere strutturato in modo da risultare operativo durante tutte le fasi di realizzazione dell'opera fino ai primi 12 mesi dalla sua entrata in esercizio.

L'attiva collaborazione con la Direzione Lavori ed in particolare con i tecnici dedicati alle problematiche ambientali presso la D.LL. stessa, consentirà di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

Per quanto riguarda le attività operative, queste possono essere sintetizzate in tre momenti salienti:

- Esecuzione di misure – affidata alle squadre di campo e, in parte, a laboratori di analisi chimiche, in grado di garantire la qualità e l'attendibilità delle singole misurazioni;
- Organizzazione dei dati – affidata ad un gruppo di lavoro interdisciplinare, formato da tecnici specializzati nelle diverse componenti ambientali e territoriali, in grado di gestire la mole dei dati provenienti dalle campagne di misura e gestire la complessa banca dati risultante;
- Analisi e commento dei risultati – sviluppato dallo stesso gruppo di lavoro interdisciplinare, ma verificato da esperti nelle singole componenti ambientali e

territoriali in grado di garantire l'esperienza e la conoscenza scientifica necessaria alla comprensione dei fenomeni in atto e di rappresentare un valido supporto specialistico nei rapporti con gli Enti di Controllo.

Lo strumento operativo informatico che consentirà tale organizzazione è rappresentato dal Sistema Informativo del Monitoraggio (SIM), attraverso il quale vengono unificati gli standard di input e output delle informazioni e vengono messi in relazione i dati acquisiti nei diversi settori di monitoraggio. L'adozione di un sistema GIS ad esso collegato consentirà, inoltre, di rappresentare geograficamente i punti di misura sperimentali e le successive elaborazioni.

Lo sviluppo del monitoraggio prevede infatti un controllo dei singoli dati strumentali e sperimentali attraverso procedure interne alle singole componenti in modo che, al momento dell'inserimento nel SIM, essi possano rappresentare e descrivere l'effettivo livello dell'indicatore misurato e fornire una base attendibile per le successive elaborazioni.

Nel corso dell'esecuzione del monitoraggio ambientale è prevista la redazione di Rapporti Periodici contenenti i seguenti argomenti:

- descrizione delle attività svolte;
- descrizione dei risultati del monitoraggio per ogni componente;
- descrizione e commento dei risultati del monitoraggio e dei fenomeni correlati alle attività di costruzione dell'infrastruttura
- indicazioni di eventuali modifiche per alcune attività previste nel Piano in funzione delle mutate condizioni costruttive o ambientali
- descrizione dei fenomeni e degli eventi anomali ed indicazioni su interventi di minimizzazione o mitigazione.

A frequenza mensile saranno forniti i dati grezzi rilevati, mentre a frequenza trimestrale saranno fornite relazioni tecniche riepilogative delle attività di monitoraggio, contenenti anche le elaborazioni e l'analisi dei dati, con le valutazioni circa le tendenze evolutive dei diversi parametri ambientali.

Inoltre verrà realizzato un sito web dedicato, accessibile via Internet ed aggiornato in tempo reale, che conterrà tutte informazioni relative ai dati rilevati ed all'avanzamento lavori.

5.2. Procedure di prevenzione delle criticità

Un elemento essenziale dell'attività di monitoraggio è costituito dalla gestione delle eventuali emergenze ambientali che si dovessero verificare nell'ambito dei lavori autostradali di ampliamento alla terza corsia; le procedure qui proposte dovranno naturalmente essere oggetto di confronto e di definizione di maggior dettaglio con gli Enti di controllo interessati.

In linea generale la gestione delle emergenze ambientali è basata sul confronto tra i dati rilevati dal monitoraggio, gli eventuali limiti normativi esistenti o i livelli di soglia stabiliti e concordati con l'Ente di Controllo dopo il periodo ante operam, e sulla successiva definizione degli interventi necessari in caso di superamento dei limiti stessi.

Il confronto dei parametri con i limiti normativi non si applica in ogni caso a tutti i parametri ambientali monitorati, ma soltanto ad un numero ridotto di questi, costituito da quei parametri che presentano un preciso significato come indicatori di qualità/criticità.

Nell'ottica del controllo dei limiti imposti dalla normativa non sono invece considerati i parametri facenti parte delle due seguenti categorie:

- descrittori delle condizioni al contorno, su cui non ci possono essere interventi da parte dei soggetti gestori (in pratica i parametri meteo-climatici);
- descrittori di caratteristiche delle variabili ambientali effettivamente utilizzate come indicatori di qualità/criticità, che aiutano ad interpretare i risultati ma non offrono di per sé specifici orientamenti valutativi.

Al verificarsi del superamento del valore preso a riferimento per la variabile ambientale considerata, il Gestore del monitoraggio provvederà ad informare gli Enti di controllo - individuati come referenti del monitoraggio ambientale - dell'anomalia riscontrata.

Successivamente lo staff tecnico del monitoraggio, con il supporto degli esperti nei settori interessati, effettuerà i necessari sopralluoghi ed una prima analisi, in base alla quale si potranno riscontrare le seguenti condizioni:

- assenza di anomalia (per esempio nel caso in cui si riscontri un'avaria strumentale o si verifichi il carattere naturale dei fenomeni in corso);
- presenza di uno stato di criticità ambientale di origine antropica la cui causa sia inequivocabilmente esterna all'ambito dei lavori (per esempio un fenomeno di inquinamento di corsi d'acqua dovuto a scarichi prodotti da altre attività);
- presenza di uno stato di criticità ambientale di origine antropica la cui causa non sia immediatamente identificabile o sia attribuibile all'ambito dei lavori.

Nei primi due casi non si darà luogo ad azioni particolari, ma si darà ugualmente evidenza del fenomeno producendo la necessaria documentazione interpretativa che verrà trasmessa agli Enti di controllo.

Nel terzo caso il Gestore del monitoraggio, con il supporto di tutto lo staff tecnico e attraverso il confronto con la Direzione lavori, procede all'analisi del fenomeno registrato e successivamente alla trasmissione di una nota informativa tecnica, avendo cura di evidenziare quali provvedimenti immediati siano stati intrapresi e/o che si prevede di attuare, ivi compresa l'eventuale sospensione dell'attività causa dell'anomalia, per evitare il raggiungimento dei valori limite o il perdurare di una situazione critica.

6. SISTEMA INFORMATIVO

Come sopra specificato, per rispondere alle esigenze legate alla gestione delle misure eseguite nell'ambito del Monitoraggio Ambientale si prevede la realizzazione di un Sistema Informativo del Monitoraggio (SIM), che costituisce uno degli elementi fondanti l'intero sistema predisposto per l'esecuzione del monitoraggio.

Il monitoraggio ambientale comporta lo svolgimento di attività sul campo in un dato intervallo di tempo, e quindi una conseguente attività di registrazione, elaborazione e diffusione dei dati rilevati.

Per poter gestire dati rilevanti sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo, è di fondamentale importanza l'architettura del sistema informativo che prende in carico le informazioni; infatti il SIM deve tener conto della diversità di dati che sono raccolti a seconda degli indicatori, raggruppati nelle varie componenti ambientali e territoriali:

- **ATMOSFERA**
 - Sensori remoti con acquisizione in automatico e trasmissione in continuo attraverso la rete
 - Misure strumentali con operatore.
- **RUMORE**
 - Misure strumentali con operatore.
- **VIBRAZIONI**
 - Misure strumentali con operatore.
- **ACQUE SUPERFICIALI**
 - Campagne di misura e rilievo in situ.
- **ACQUE SOTTERRANEE**
 - Campagne di misura e rilievo in situ.
- **FAUNA**
 - Campagne di rilievo in situ.
- **VEGETAZIONE**
 - Campagne di rilievo in situ.

L'esecuzione dei rilievi, quale attività di routine, può avvenire per mezzo di campagne periodiche di misura o stazioni fisse strumentali con registrazione in continuo; a ciò si aggiungono le attività estemporanee di acquisizione dati con accertamenti mirati per la gestione delle criticità e con sopralluoghi in situ per seguire da vicino l'andamento dei lavori o specifiche problematiche.

Il SIM rappresenta uno degli elementi principali della struttura operativa del monitoraggio in quanto fornisce una banca dati organizzata delle singole misure sperimentali, provvede all'aggregazione delle informazioni ed alla predisposizione di restituzioni standard (numeriche, grafiche e cartografiche), garantisce l'univocità dei risultati delle elaborazioni prodotte e la loro diffusione verso l'esterno del sistema.

L'acquisizione e il trattamento dell'insieme dei dati provenienti dal territorio (attraverso il monitoraggio ambientale) e dall'opera (attraverso gli elaborati di progetto) saranno quindi sviluppati all'interno della banca dati alfanumerica e posizionati sulla cartografia grazie ad

una interfaccia GIS; l'insieme dei due sistemi di trattamento dei dati consentirà di gestire organicamente la mole di dati che descriveranno le interferenze tra l'opera ed il territorio.

La gestione dei dati rappresenta uno degli aspetti più complessi e articolati del Piano di Monitoraggio Ambientale, in relazione soprattutto ai fattori sotto evidenziati:

- necessità di gestire con procedure uniformi i dati derivanti dai diversi settori di indagine interessati dal piano;
- presenza di tipologie di dati notevolmente diversificate anche all'interno dello stesso settore di indagine, per esempio in rapporto alla classificazione;
- necessità di produrre restituzioni finali notevolmente diversificate in relazione alla periodicità, al livello di dettaglio tecnico-scientifico e divulgativo, alle modalità di diffusione;
- necessità di supportare una specifica procedura di gestione delle criticità;
- necessità di riportare tutte le funzioni e attività di gestione dati all'interno del Sistema di Qualità relativo all'intero progetto.

Il SIM risponde a determinate specifiche che in linea generale sono di seguito riepilogate:

- possibilità di archiviare i dati acquisiti durante il monitoraggio in un database di tipo informatico; questi tipi di dati si dividono nelle seguenti tipologie:
 - misure sperimentali, relative alle varie componenti ambientali;
 - cartografia delle postazioni di misura; punti di rilievo - suddivisi per tipologia - gestiti da un programma GIS;
 - planimetrie di progetto; elaborati gestiti attraverso un programma grafico.
 - possibilità di generare documenti ed elaborati, utilizzando i dati acquisiti, per rapporti specialistici o note tecniche. Questi tipi di documenti possono essere grafici o tabelle sui dati rilevati;
- possibilità di effettuare delle interrogazioni configurabili sulla banca dati informatica con la produzione di risultati articolati e complessi. Queste interrogazioni sulla banca dati servono per poter mettere in relazione diverse tipologie di rilievo per un'analisi più dettagliata e completa del monitoraggio.

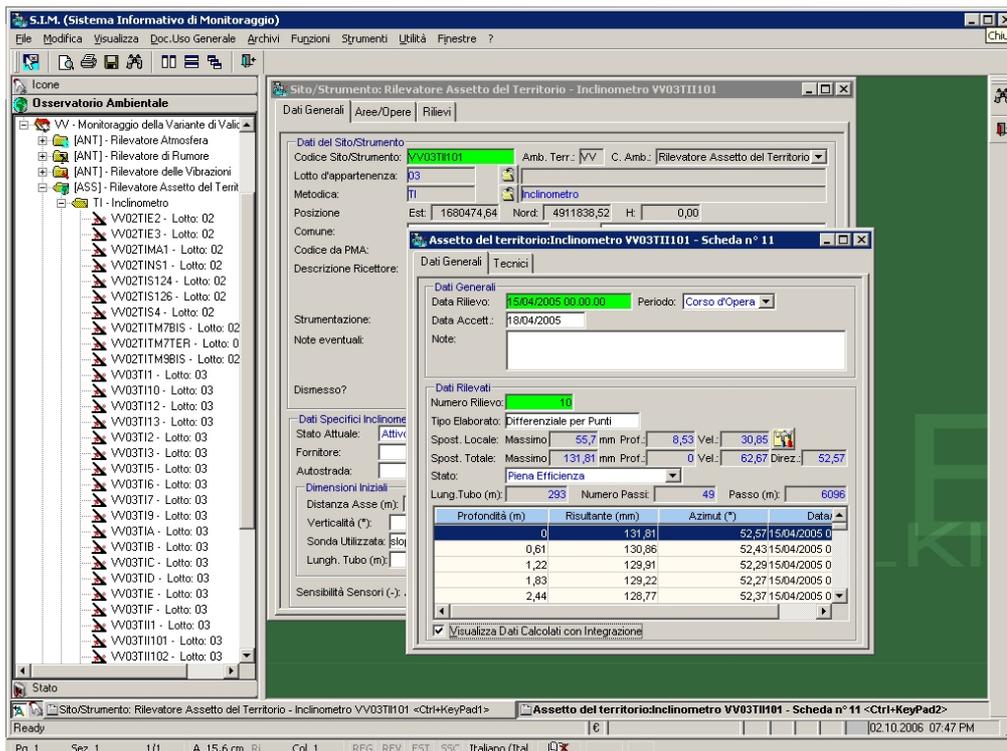
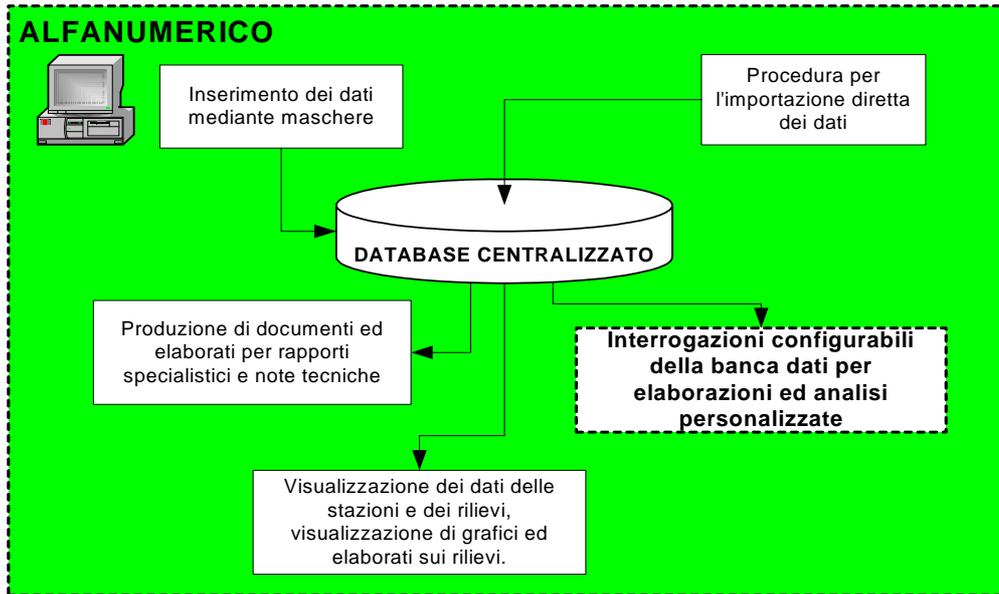
6.1. Architettura del sistema

Il SIM è una banca dati avente due interfacce:

- interfaccia alfanumerica costruita ad hoc;
- interfaccia geografica.

La base informativa georeferenziata è costituita dagli elementi caratteristici del progetto e delle diverse componenti ambientali, dal database delle misure, degli indicatori e delle schede di rilevamento. L'entità fondamentale è il sito/strumento di misura, presente sul DB alfanumerico con scheda monografica e scheda dei rilievi, e presente sul GIS per l'analisi spaziale dei dati.

I dati alfanumerici non sono altro che la caratterizzazione dei punti di rilievo e di tutte le misurazioni effettuate e validate dalle ditte specializzate; questi dati vengono archiviati in un database strutturato di tipo Oracle. Il database alfanumerico è in pratica una collezione di dati già validati, verificati ed elaborati, suddivisi per temi ambientali ed indicatori sintetici di stato d'ambiente; nel diagramma sottostante viene mostrata la struttura che definisce il flusso dei dati alfanumerici.



SIM – interfaccia alfanumerica

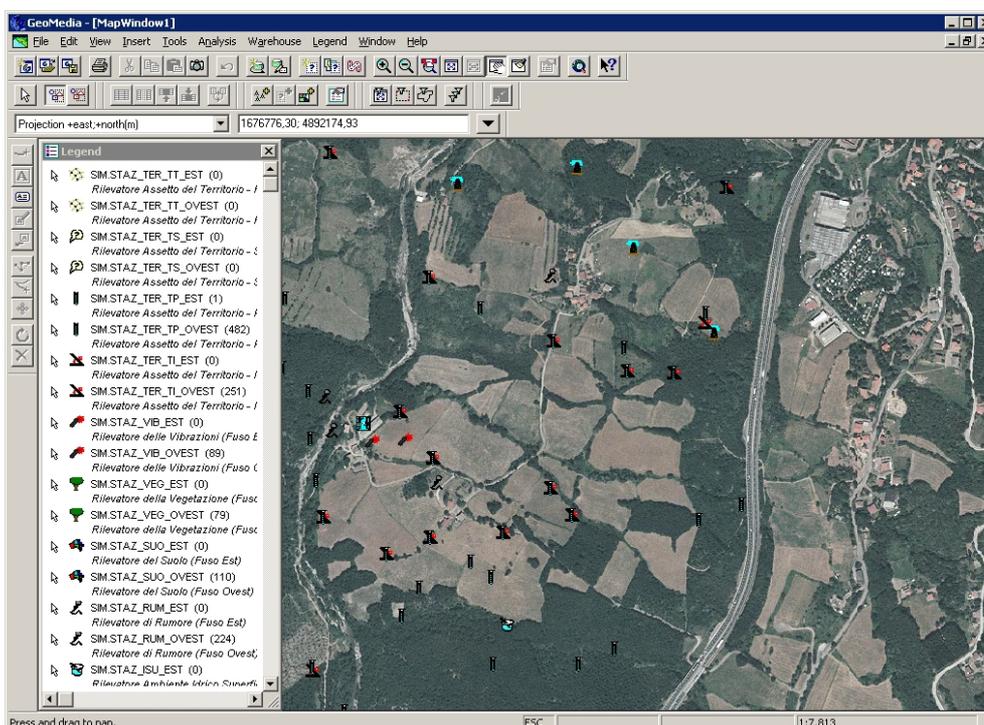
Le tipologie di dati grafici e cartografici che interessano il sistema di monitoraggio sono le seguenti:

- Tavole di progetto
- Cartografia geografica e tematica

- Dati territoriali, intesi come localizzazione dei punti di rilievo nel territorio

Le tavole di progetto sono archiviate in file di tipo Autocad, mentre gli altri dati di tipo cartografico, quali cartografia geografica e tematica e dati territoriali, sono archiviati in un sistema GIS (Geographic Information System) che salva i propri dati in un database di tipo Oracle.

Con il GIS è possibile eseguire delle interrogazioni cartografiche e creare delle mappe tematiche; ad esempio la visualizzazione di tutti i sensori di rumore che si trovano nell'intorno dell'opera progettata o del fronte d'avanzamento dei lavori, e la stampa di tale carta geografica.



SIM – interfaccia geografica

I dati che confluiscono nel SIM possono essere raggruppati in due categorie principali:

- dati provenienti da strumentazione → formati Excel o XML;
- dati forniti da consulenti esterni → formati di interscambio Excel o Access o XML.

Il processo di importazione fa confluire questi dati in tabelle di appoggio le quali permettono sia il controllo automatico che la validazione del dato da parte dei vari responsabili di componente; solo dati controllati e validati (con registro del processo di controllo e validazione) confluiscono nelle tabelle definitive del SIM.