

# AUTOSTRADA (A11): FIRENZE - PISA NORD

TRATTO: FIRENZE - PISTOIA

## AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA

LOTTO 2

### PROGETTO ESECUTIVO


#### SOMME A DISPOSIZIONE

#### PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione generale

<b>IL PROGETTISTA SPECIALISTICO</b>  Ing. Ferruccio Bucalo Ord. Ingg. Genova n.4940  Responsabile Monitoraggio Ambientale	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  Ing. Andrea Federico Ceppi Ord. Ingg. Milano n.A26059	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b>  Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia n.1496  DIVISIONE PROGETTAZIONE E D.L. NUOVE OPERE AUTOSTRADALI
--	--	--

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO					
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS		PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	SCALA
					tipologia	progressivo						
111117	LL02	PE	SD	PMA	00000	00000	00000	R	MAM	0005	0	-

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
	Ing. Paolo Simonetta Ord. Ingg. Varese n.2239				n.	data
					0	Maggio 2018
	REDATTO:		VERIFICATO:			

<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Giovanni Scotto Lavina	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  <b>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</b> <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE                  STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
--	---



## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>5</b>
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	5
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE .....	5
<b>3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>9</b>
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	9
3.2. COMPONENTI AMBIENTALI .....	11
3.2.1. <i>COMPONENTE ATMOSFERA</i> .....	11
3.2.2. <i>COMPONENTE RUMORE</i> .....	13
3.2.3. <i>COMPONENTE VIBRAZIONI</i> .....	14
3.2.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i> .....	15
3.2.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	16
3.2.6. <i>COMPONENTE FAUNA</i> .....	18
3.2.7. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i> .....	18
3.3. METODICHE DI RILEVAMENTO .....	19
3.3.1. <i>ATMOSFERA</i> .....	19
3.3.2. <i>RUMORE</i> .....	28
3.3.3. <i>VIBRAZIONI</i> .....	39
3.3.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i> .....	44
3.3.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	49
3.3.6. <i>COMPONENTE FAUNA</i> .....	51
3.3.7. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i> .....	53
3.3.8. <i>ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i> .....	54
<b>4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>56</b>
4.1. COMPONENTE ANTROPICA .....	56
4.1.1. <i>ATMOSFERA</i> .....	56
4.1.2. <i>RUMORE</i> .....	59
4.1.3. <i>VIBRAZIONI</i> .....	63
4.2. COMPONENTE IDRICA .....	66
4.2.1. <i>ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI</i> .....	66
4.2.2. <i>ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	74
4.3. SETTORE NATURALE .....	77

4.3.1.	FAUNA.....	78
4.3.2.	VEGETAZIONE.....	79
4.4.	SETTORE ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO .....	80
4.4.1.	MONITORAGGIO TOPOGRAFICO .....	80
<b>5.</b>	<b>ASPETTI ORGANIZZATIVI.....</b>	<b>84</b>
5.1.	STRUTTURA OPERATIVA .....	84
5.2.	DEFINIZIONI SOGLIE MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	85
5.3.	PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ .....	86
5.3.1.	CRITICITÀ DELLA COMPONENTE RUMORE.....	87
5.3.2.	CRITICITÀ DELLA COMPONENTE VIBRAZIONI .....	88
5.4.	PIANO DI CONTROLLO DELLE DISPOSIZIONI SPECIALI PER LE IMPRESE .....	88
<b>6.</b>	<b>SISTEMA INFORMATIVO .....</b>	<b>89</b>

## TAVOLE

- **Tav. 1:** Corografia generale scala 1:25.000
- **Tav. 2-3-4:** 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 ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A11 nel tratto **Firenze – Pistoia**, dalla progr. km 0+621 alla progr. km 27+392, per uno sviluppo complessivo pari a 26,8 km circa

L'intervento autostradale prende avvio in corrispondenza del termine dell'intervento di adeguamento dello svincolo di Firenze Peretola di connessione con la viabilità urbana della città di Firenze.

Infine, annessa al progetto sono anche gli interventi di ampliamento alla terza corsia del tratto di A11 ricadente nei comuni di Monsummano e Pieve a Nievole tra le progressive km 36+660 e 38+111. La realizzazione dell'ampliamento in questo tratto, si è resa necessaria al fine di accogliere le richieste delle Amministrazioni locali in merito all'anticipazione della costruzione delle opere di mitigazione acustica già previste nel più esteso intervento del tratto Pistoia – Montecatini Terme.

Il presente Piano di Monitoraggio è stato predisposto contestualmente al progetto definitivo come prescritto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (prot. n. **DVA-2012-0007287** del 23/03/2012) che, richiede l'integrazione del SIA con una proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale.

Il PMA è stato revisionato e recepisce sia le prescrizioni del Decreto VIA n 134 del 20.05.2016 che le richieste di Arpat con nota n. 18186 del 15.03.2017 e del 29.08.2017 tranne la richiesta di Arpat di sostituire la metodica di campionamento delle polveri in fase di corso d'opera (metodica A2) con centralina fissa in quanto la cadenza trimestrale con rilievi della durata di 15 giorni consente, in analogia a quanto viene fatto nelle altre tratte autostradali, di valutare eventuali criticità. Per quanto riguarda la durata del monitoraggio per il settore naturale nella fase Post Operam si conferma il periodo di 12 mesi.

In particolare per quanto riguarda la componente idrico superficiale è stato inserito il monitoraggio del Fosso Settola e di ulteriori corsi d'acqua di competenza del Consorzio di Bonifica della Piana Fiorentina. Il Piano di monitoraggio prevede anche il monitoraggio in continuo dei parametri pH e torbidità oltre alla conducibilità e temperatura.

Relativamente al settore naturale, oltre alle richieste contenute nel Decreto VIA n 134 del 20.05.2016, il PMA recepisce anche quanto proposto dalla Regione Toscana con il documento Prot n/0137374-P/P.130.030 del 14/03/2017, ovvero il monitoraggio dei torrenti Garille, Marina e Marinella, del lago Muccaia, del torrente Bagnolo, del Calice, della Gora dell'Acqua Lunga e del Fosso Reale-torrente Rimaggio.

Scopo fondamentale del Piano 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 l'efficacia delle opere di mitigazione.

In dettaglio, il Piano Integrato di Monitoraggio Ambientale 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 e sociali;
- 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 tracciato dell'attuale A11 Firenze – Pisa Nord si sviluppa per 81+700 km ed insiste nel territorio della Regione Toscana attraversando le province di Firenze, Prato, Pistoia, Lucca e Pisa. La tratta Firenze – Pistoia, lungo il suo sviluppo Est-Ovest, attraversa il comprensorio di tre province (Firenze, Prato, Pistoia) e di sei comuni (Firenze, Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio, Prato, Agliana, Pistoia).

Il tracciato lambisce tutti gli abitati sopra citati, ed ha numerose connessioni alla viabilità ordinaria, che fanno sì che l'arteria si caratterizzi anche per la sua funzione di servizio al territorio. Questa valenza è ben figurata dalla numerosa presenza di svincoli, con una frequenza di uno ogni 5,6 km circa.

Il territorio in cui si colloca l'intervento è caratterizzato dalla presenza di numerosi centri urbani più o meno densi e compatti, organizzati in un territorio con peculiarità eterogenee. Esso, infatti, comprende zone appartenenti alla prima cintura intorno a Firenze, dalle caratteristiche più marcatamente metropolitane, zone di transizione appartenenti alla piana "urbanizzata-rurale" presente nel comune di Prato (definizione contenuta nel Piano Paesaggistico della Regione Toscana) e zone più spiccatamente agricole e rurali, nei comuni di Pistoia e Agliana.

L'idrografia della zona interessata dall'intervento è tipica di un'area pianeggiante di origine alluvionale posta ai piedi delle colline appenniniche. La pianura fra Firenze, Prato e Pistoia è, infatti, sede di un reticolo idrografico molto complesso, composto sia da corsi d'acqua naturali (interferenze idrografiche principali e secondarie) sia da numerosi canali artificiali di bonifica che assicurano l'allontanamento delle acque dalle campagne. I canali artificiali sono perlopiù pensili ed assicurano il drenaggio delle acque alte mentre una fitta rete di fossi secondari e minori, posti al livello del piano campagna, assicurano il drenaggio delle acque basse competenti alle aree maggiormente depresse.

### 2.2. Descrizione generale del progetto stradale

Nell'intervento di ampliamento ed ammodernamento dell'autostrada A11, si inserisce il progetto definitivo di ampliamento alla 3<sup>a</sup> corsia della tratta Firenze - Pistoia, dalla progr. km 0+621 alla progr. km 27+392, per uno sviluppo complessivo pari a 26,8 km circa. L'intervento autostradale prende avvio in corrispondenza del termine dell'intervento di adeguamento dello svincolo di Firenze Peretola di connessione con la viabilità urbana della città di Firenze.

In considerazione dell'importanza strategica del tratto terminale di A11 compreso tra l'interconnessione con l'Autostrada A1 ed il nodo di Peretola è stato deciso di suddividere la tratta in 2 lotti.

E' stata individuata nella progressiva km 9+850 il limite tra i due lotti. Tale punto di separazione benché non definisca lotti funzionali consente l'esecuzione dei lavori senza stravolgere la primigenia fasizzazione dei lavori e senza l'introduzione di lavorazioni aggiuntive.

La suddivisione in lotti adottata è quindi la seguente:

- Lotto 1: Adeguamento del nodo di Peretola e ampliamento alla terza corsia fino a pk km 9+850;
- Lotto 2: Ampliamento alla terza corsia da pk 9+850 a pk 27+400;

La scelta è stata dettata sia da considerazioni legate alla cantierizzazione che a considerazioni di tipo trasportistico, legate ai flussi di traffico presenti sull'infrastruttura sia allo stato attuale che nello scenario progettuale.

Le scelte progettuali alla base dell'intervento di ampliamento alla terza corsia sono state fortemente orientate dalle caratteristiche del tracciato attuale, che si distingue principalmente per la presenza di lunghi tratti rettilinei, di cui due molto lunghi: il primo di circa 8.5 km, da Firenze a Prato e interrotto solo dalla barriera di esazione di Firenze Ovest, termina con una curva da 817 metri di raggio, il secondo di circa 5.3 km raccordato prima e dopo da curve rispettivamente di raggio 1200 e 1800 a deviazione minima, a cui si aggiungono altri tre rettili di lunghezza superiore ad 1 km (rispettivamente 1,6 km, 2,3 km, 2,2 km).

Conseguentemente il progetto ha generalmente previsto il mantenimento del tracciato in asse rispetto all'esistente (ampliamento simmetrico), tenuto conto anche della presenza lungo il tracciato di alcuni punti di passaggio obbligato (cavalcavia e sottovia già predisposti alla 3<sup>a</sup> corsia nell'ipotesi di ampliamento simmetrico).

Il presente progetto ha previsto tre eccezioni in cui è previsto l'intero ampliamento su un unico lato (ampliamento asimmetrico). La prima è rappresentata dal tratto iniziale, in cui il progetto si raccorda con un flesso costituito da due curve di raggio 10250 metri all'intervento di adeguamento dello svincolo a raso di Firenze Peretola, all'interno del quale l'ampliamento alla terza corsia del tratto compreso tra la progr. 0+000 e la progr. 0+621 è previsto in asimmetrico lato carreggiata Est per la presenza dall'aeroporto A.Vespucci confinante con la carreggiata ovest (direz. Pisa).

La seconda eccezione è rappresentata dal tratto in corrispondenza dello svincolo di Prato Est, dove la presenza del piazzale in carreggiata ovest, ubicato immediatamente a nord dell'autostrada, e la presenza di una linea di alta tensione in carreggiata est ha richiesto un ampliamento asimmetrico lato carreggiata est sulla prima curva da 817 m di raggio ed un ampliamento asimmetrico lato carreggiata ovest sulla curva successiva di raggio pari a 1001.30m.

Ultima eccezione è rappresentata dalla curva di raggio 2616 m, al km 12+000 infatti la possibilità di salvaguardare una abitazione civile ha portato ad introdurre un ulteriore tratto di ampliamento asimmetrico rispetto alla fase di progettazione preliminare.

Il progetto prevede anche il ripristino funzionale delle viabilità interferite, generalmente suddivisibili in due categorie principali:

- strade che attraversano l'autostrada in cavalcavia o in sottovia;
- strade che corrono parallelamente all'asse autostradale ad una distanza tale da essere coinvolte dall'intervento di ampliamento alla terza corsia.

#### Svincolo Terminale urbano di Peretola

Per quanto riguarda lo svincolo terminale di Peretola l'obiettivo dell'infrastruttura è quello di interconnettere in modo fluido e senza interferenze i principali flussi di traffico confluenti nel nodo, assorbendo traffici primari che oggi impropriamente percorrono viabilità secondarie, o addirittura locali, aumentando, nel contempo, la capacità di ricevere e smistare in particolare i flussi maggiori da/per l'Autostrada A11 e da/per Viadotto dell'Indiano.

In tal senso si è proceduto alla realizzazione di nuovi assi viari e alla razionalizzazione dei percorsi esistenti cercando, trattandosi di una zona fortemente urbanizzata, di limitare al massimo il consumo di territorio utilizzando, ove possibile, porzioni di viabilità esistenti, sia pure con gli adeguamenti necessari.

I tracciati plano-altimetrici risultano necessariamente vincolati da tale impostazione progettuale, nonché dalle numerose infrastrutture presenti e dai sottoservizi (soprattutto rete fognaria).



In particolare la presenza dell'aeroporto "Amerigo Vespucci", situato a Nord dell'autostrada A11, del viadotto ferroviario della linea Firenze-Pisa, che taglia l'area di Peretola da est a ovest, e dell'incompiuto viadotto dell'Indiano hanno rappresentato dei vincoli plano-altimetrici imprescindibili.

Per quanto riguarda le opere d'arte principali figurano il viadotto Palagio e i due viadotti dell'Indiano, tutti realizzati in acciaio, e tre sottovia in cemento armato.

### Cantierizzazione

Lungo il tracciato sono state individuate le aree di cantiere funzionali alla realizzazione dell'ampliamento suddivise nei due lotti

#### Lotto 1

Per tale lotto sono stati individuati, dopo una attenta analisi del territorio, le seguenti aree:

- Campo Base (CB01)
- Cantiere Operativo (CB01)
- Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi (CB01)
- Cantiere Operativo e Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi pk.3+200 (CO01)
- N.3 Aree di Supporto Nodo di Peretola (AD01-02-03)

Il campo base CB01 è stato localizzato a Nord dello Svincolo di Prato Ovest, lato carreggiata dir. Pistoia dell'autostrada alla progr.17+100, sul territorio del comune di Prato. Il cantiere è raggiungibile direttamente dalla viabilità locale e all'occorrenza è possibile accedere direttamente all'autostrada in carr.dir. Pistoia.

Il cantiere CO01 è stato localizzato a Nord dell'Area di servizio di Peretola dir.Firenze, sul territorio del comune di Sesto Fiorentino. L'area è raggiungibile dalla viabilità locale.

Le tre aree di supporto del Nodo di Peretola sono state localizzate tutte nelle vicinanze dello svincolo di Peretola stesso, rispettivamente:

- AD01 a sud dell'autostrada A11 all'altezza della pk.0+200;
- AD02 in adiacenza a viale Giovanni Uder;
- AD03 in adiacenza a via di Carraia.

Tutte le tre aree di supporto sono accessibili direttamente dalla viabilità locale.

#### Campo Base (CB01)

Il campo base, di superficie pari a 9.300 mq, ospita: gli uffici, i dormitori, i parcheggi, tettoie ed eventuale mensa.

#### Cantiere Operativo (CB01)

Il cantiere operativo, di superficie pari a 12.600 mq, ospita: area di stoccaggio all'aperto, uffici, parcheggi e tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

#### Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi (CB01)

L'area è adibita al deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi, la superficie totale è di circa 5.100 mq.

#### Cantiere Operativo e Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi pk.3+200 (CO01)

L'area è adibita a cantiere operativo e ad area di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi, la superficie totale è di circa 25.200 mq. All'interno dell'area sono previsti: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi e tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

### Lotto 2

Per tale lotto sono stati individuati, dopo una attenta analisi del territorio, le seguenti aree:

- Campo Base (CB01)
- Cantiere Operativo (CB01)
- Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi (CB01)
- Cantiere Operativo e Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi pk.22+000 (CO01)

Il campo base CB01 è stato localizzato a Nord dello Svincolo di Prato Ovest, lato carreggiata dir. Pistoia dell'autostrada alla progr.17+100, sul territorio del comune di Prato. Il cantiere è raggiungibile direttamente dalla viabilità locale e all'occorrenza è possibile accedere direttamente all'autostrada in carr.dir. Pistoia.

Il cantiere CO01 è stato localizzato in adiacenza all'autostrada A11 lato carreggiata dir. Pistoia alla progr.22+000, in corrispondenza del nuovo casello di Pistoia Est. L'area è raggiungibile dalla viabilità locale.

#### Campo Base (CB01)

Il campo base, di superficie pari a 9.800 mq, ospita: gli uffici, i dormitori, i parcheggi, tettoie ed eventuale mensa.

#### Cantiere Operativo (CB01)

Il cantiere operativo, di superficie pari a 19.250 mq, ospita: area di stoccaggio all'aperto, uffici, parcheggi e tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

#### Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi (CB01)

L'area è adibita al deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi, la superficie totale è di circa 6.150 mq.

#### Cantiere Operativo e Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi pk.22+000 (CO01)

L'area è adibita a cantiere operativo e ad area di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi, la superficie totale è di circa 33.000 mq. All'interno dell'area sono previsti: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi e tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

### 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 indicazioni presenti nei pareri del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (prot. n. **DVA-2012-0007287** del 23/03/2012), della Regione Toscana (prot. n. **132211/p.140.030** del 03/02/2012) e dell'Autorità di Bacino (prot. n. **194** del 16/01/2012 e prot. n. **389** del 26/01/2012), 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 del sopra richiamato parere, di seguito brevemente sintetizzate:

- **è richiesta la predisposizione di un piano di un monitoraggio ambientale** da redigere secondo le Linee Guida della Commissione Speciale VIA nelle fasi ante operam, corso d'opera e post operam;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della componente atmosfera** che preveda rilievi delle polveri sottili (PM10), CO, NO/NOX;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della componente rumore**, che preveda campagne di rilevamento del clima acustico con le modalità ed i criteri contenuti nel DM 16.03.1998;
- **è richiesto un programma di monitoraggio per i corsi d'acqua interessati direttamente, o tramite affluenti, dai lavori.**
- **è richiesto un programma di monitoraggio quali/quantitativo delle acque sotterranee** in fase ante operam, corso d'opera e post operam in corrispondenza di captazioni ubicate nella fascia di influenza dei lavori.
- **è richiesto un programma di monitoraggio dei corridoi ecologici per gli animali.**
- **è richiesto un programma di monitoraggio per la verifica del successo dei ripristini a verde.**

Inoltre è stato improntato il monitoraggio della componente fauna nelle aree più sensibili indicate dallo Studio d'Impatto Ambientale.

Per quanto riguarda la flora e la vegetazione, il fatto che il progetto si sviluppi per gran parte in affiancamento al tracciato esistente, limita l'incidenza su tali componenti e pertanto non è stato approntato un piano di monitoraggio. Al contrario è previsto il monitoraggio post operam delle opere a verde per la verifica del successo dei ripristini previsti.

Relativamente al suolo, nella relazione di progetto delle opere a verde (documento "Opere a verde, relazione tecnico-specialistica") è indicato che all'atto del suo reimpiego devono essere verificate le condizioni chimico-fisiche e nel caso in cui i valori di fertilità riscontrati non fossero idonei per l'utilizzo previsto, dovranno essere apportate le necessarie correzioni. Per tale motivo non è stato approntato un piano di monitoraggio per tale componente.

Il Piano di Monitoraggio, che recepisce quindi le indicazioni riportate nei pareri sopra citati, è articolato sui settori ambientali individuati e oggetto di monitoraggio nelle fasi **ante operam, corso d'opera e post operam.**

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 termine della fase ante operam, 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 l'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**, risultano particolarmente vulnerabili e sensibili. E' stata pertanto 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 ponti, viadotti 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 significativi 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.

La presenza nel progetto di opere in grado di alterare il regime di flusso idrico sotterraneo, unitamente ad una leggera criticità idrogeologica dovuta all'interferenza di tali opere con l'acquifero presente ha reso inoltre necessario l'inserimento all'interno del PMA della componente Acque Sotterranee.

#### Settore Naturale

Il tratto interessato per l'ampliamento della terza corsia dell'autostrada A11 nel tratto interessato è caratterizzato principalmente dall'attraversamento del sistema pianeggiante (Piana Fiorentina) ad ovest della città di Firenze e a valle dei rilievi montani di Monte Morello, La Calvana e la montagna pistoiese.

Non essendo presente una disomogeneità geomorfologica in quanto trattasi sempre di aree pianeggianti, i tipi di paesaggio che si incontrano possono essere ricondotti ad un'unica grande categoria, che comprende tutta l'area della Piana Fiorentina. All'interno di questa macrocategoria è molto difficile individuare dei sottosistemi omogenei di paesaggio se non in maniera puntuale in quanto il paesaggio principale è costituito per circa l'85% della superficie totale dell'area di studio dal sistema agricolo (colture cerealicole e vivai) frammisto al sistema urbano. In questa cornice sono presenti altri sistemi, da quello delle aree umide un tempo caratterizzanti l'area a quello degli arbusteti, che, ad oggi, hanno una copertura del tutto marginale e secondaria anche se di indubbia valenza ecologica ed ecosistemica.

Dallo Studio di Impatto Ambientale emerge che le aree più a rischio sono rappresentate dal sistema dei laghi e stagni della Piana Fiorentina (area Natura 2000) con gli Stagni di Focognano direttamente interessati dall'intervento in progetto; altri ambienti di questo tipo presenti nella Piana sono più lontani dal tracciato con l'eccezione di quelli presenti nella zona di Peretola dove peraltro sono da segnalare anche elementi interessanti nell'ambiente agricolo, in particolare alcuni uccelli legati ad ambienti di prateria ed ormai rari come

nidificanti nella Piana. Gli Stagni di Focognano sono un'area importante per la fauna, in particolare per diverse specie di anfibi che vi si riproducono e che, almeno per quanto riguarda molte specie, nella Piana contano ormai popolazioni rarefatte e spesso isolate (Vanni e Nistri 2006; Scoccianti 2006, Vanni 2008), e per gli uccelli, sia nella stagione riproduttiva che durante le migrazioni che anche in inverno (Tellini Florenzano et al. 1997; LIPU 1999; Scoccianti 2006; Arcamone et al. 2007; Barbagli et al. 2008). Nell'area di Peretola inoltre sono segnalate alcune emergenze anche per quanto riguarda specie legate agli spazi aperti e ai coltivi soprattutto in aree di pianura, alcune delle quali di importanza conservazionistica, come la Calandrella (*Calandrella brachydactyla*), o comunque ormai rare ed estremamente localizzate come nidificanti nella Piana come nidificanti come l'Allodola (*Alauda arvensis*) o la Cutrettola (*Motacilla flava*) (Tellini Florenzano et al. 1997; LIPU 1999; Dinetti 2009);

Inoltre l'insieme di tutti i numerosi piccoli canali che dalle zone della Calvana e della Montagna Pistoiese attraversano in vari punti il tracciato autostradale come ad esempio il torrente Bisenzio alla confluenza con il torrente Marina risultano preziosi dal punto di vista ecosistemico in quanto sede di riproduzione di diverse specie di Anfibi, ambienti di alimentazione per molti uccelli e possibili corridoi di spostamento per diverse specie.

Alla luce di quanto sopra esposto si è approntato un programma di rilievi per controllare le eventuali interferenze della costruzione dell'opera sulle classi faunistiche più sensibili, ovvero sugli uccelli e sugli anfibi.

## 3.2. Componenti ambientali

### 3.2.1. Componente atmosfera

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano le situazioni di impatto che possono verificarsi sia durante la realizzazione dell'opera che nella fase di esercizio dell'infrastruttura stradale.

La diffusione di polveri che si verifica nell'ambiente esterno in conseguenza delle attività di cantiere, dell'apertura di cave e depositi, dei lavori di scavo, della movimentazione di materiali da costruzione e di risulta lungo la viabilità di cantiere e sulle sedi stradali ordinarie, rappresenta un problema molto sentito dalle comunità locali per due ordini di considerazioni:

- gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono rappresentati da aree urbanizzate o coltivate, nelle quali è possibile l'insorgere di problemi sanitari o di danni materiali;
- la dispersione e sedimentazione di polveri ha effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione; si tratta infatti di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri), che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere sui balconi, sui prati, sulle piante da frutto, sulle aree coltivate, etc.).

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;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarsi di polveri dalle pavimentazioni stradali causato dal 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 nelle fasi di corso d'opera, quando 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 ricettore prossimo ai tracciati autostradali;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai cantieri principali e secondari;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri.

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

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai fronti di avanzamento delle lavorazioni in corrispondenza dei tracciati autostradali;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai cantieri principali e secondari;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri.

Il monitoraggio in corso d'opera sarà effettuato sui medesimi punti selezionati in fase 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 sarà ripetuto sui medesimi punti selezionati in fase 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 di sopralluoghi da parte degli Enti competenti.

### 3.2.2. 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.

### 3.2.3. 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, 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.

### 3.2.4. Componente acque superficiali

L'idrografia della zona interessata dall'intervento è tipica di un'area pianeggiante di origine alluvionale posta ai piedi delle colline appenniniche. La pianura fra Firenze, Prato e Pistoia è, infatti, sede di un reticolo idrografico molto complesso, composto sia da corsi d'acqua naturali (interferenze idrografiche principali e secondarie) sia da numerosi canali artificiali di bonifica che assicurano l'allontanamento delle acque dalle campagne. I canali artificiali sono perlopiù pensili ed assicurano il drenaggio delle acque alte mentre una fitta rete di fossi secondari e minori, posti al livello del piano campagna, assicurano il drenaggio delle acque basse competenti alle aree maggiormente depresse. Parecchi corsi d'acqua di origine naturale presenti nella zona, si presentano, oggi, fortemente artificializzati e pensili, con i problemi che ne derivano sia per i manufatti di attraversamento (altezze delle strutture, luce libera, franchi) sia per il recapito a gravità delle acque derivanti dal drenaggio del corpo stradale (piattaforma e scarpate). Complessivamente il territorio è molto antropizzato e molti corsi d'acqua ricevono scarichi indiscriminati, tanto autorizzati che no, sia di acque bianche che di acque miste o nere, provenienti da insediamenti civili ma anche industriali; in contrapposizione agli scarichi si registrano, soprattutto fra Prato Ovest e Pistoia, numerosi prelievi di acque superficiali utilizzati per l'irrigazione dei vivai, ampiamente diffusi in questo tratto.

Il progetto prevede l'ampliamento e l'adeguamento di vari ponti e ponticelli; sono inoltre previsti vari interventi di sistemazione e regimazione idraulica. Durante le lavorazioni inoltre i corsi d'acqua e le aree periferiali possono essere interessate dalla realizzazione di piste di cantiere e viabilità di servizio necessarie all'esecuzione degli interventi di progetto.

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 provvisionali;
- 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 e indagini in continuo.

### 3.2.5. Componente acque sotterranee

Per quanto riguarda la tratta Firenze – Pistoia, la piana fiorentina fa parte della pianura alluvionale del Medio Valdarno, che è l'evoluzione del bacino fluvio-lacustre originatosi nel Pliocene superiore a seguito dei movimenti tettonici della fase distensiva dell'orogenesi dell'Appennino Settentrionale. La pianura alluvionale si è formata nell'ultima fase geologica, che ha visto il prevalere della sedimentazione sulla subsidenza, ma è anche il risultato dell'opera dell'uomo, che è intervenuto soprattutto per bonificare le aree umide.

Nella Piana, l'Arno è un elemento relativamente recente, con riferimento ai tempi geologici: è nelle ultimi fasi glaciali che il fiume ha prima scavato una valle poco profonda nei depositi lacustri e poi ha deposto le sue ghiaie e sabbie. Nel XVI secolo l'Arno aveva un andamento a meandri. Dopo la rettificazione artificiale del corso dell'Arno, l'ultimo di questi meandri è ora percorso dal Bisenzio, che lascia sulla sua sinistra la zona dei Renai, dove per anni sono state coltivate le sabbie e le ghiaie deposte dall'Arno. Anche il percorso del Bisenzio è spostato ad Est rispetto a quello antico: infatti il Bisenzio era un affluente dell'Ombrone, nel quale confluiva a NW dei Colli Alti. Lungo questo recente corso del Bisenzio è presente un acquifero in ghiaia e sabbia, di produttività modesta. La parte centrale della Piana è rimasta in condizioni lacustri o palustri fino ai tempi storici: lo stesso toponimo di Padule è indicativo di questa condizione.

La situazione idrogeologica di Firenze, Prato e Pistoia, può essere suddivisa in tre zone.

#### *Falda di Firenze*

L'acquifero principale dell'area fiorentina è rappresentato dalle ghiaie alluvionali dell'Arno (Sintema dell'Arno) che raggiungono uno spessore massimo di 20 metri nel centro di Firenze. La zona più produttiva è quella adiacente all'Arno, sia per la buona permeabilità delle ghiaie sia perché i pozzi usufruiscono della ricarica indotta dalla depressione conseguente l'emungimento.

#### *Falda di Prato*

Il sottosuolo della pianura pratese è sede di un acquifero tra i più importanti del bacino dell'Arno: le ghiaie ed i ciottolami del conoide del Bisenzio raggiungono uno spessore

massimo di 50 metri e forniscono ai pozzi portate piuttosto alte. Anche al di sotto del corpo acquifero principale, fino alla profondità di 300 m, sono presenti livelli di ghiaie con falde in pressione. Nel sottosuolo dell'area di Prato è possibile riconoscere un sistema acquifero composto da una serie di livelli permeabili (ghiaie con matrice sabbiosa e/o limosa) intercalati da strati acquiclude o acquitardi (limi e argille), che comportano la presenza di più falde. La prima falda, libera, è contenuta nel corpo principale della conoide e risulta costituita da ghiaie e ciottolami che a partire da profondità di 2-10 m dal piano campagna arrivano fino a profondità di 60 m, profondità che diminuisce procedendo verso i margini della conoide. I livelli limoso-argillosi all'interno di questa falda principale sono scarsi nella zona apicale e centrale della conoide, mentre aumentano verso le aree marginali, comunque non raggiungono mai per estensione e spessore una continuità tale da impedire la circolazione idrica fra i livelli più permeabili delle ghiaie. Tale falda, pertanto, può essere considerata un acquifero monostrato. Al di sotto del corpo acquifero principale sono presenti, soprattutto nella zona apicale e centrale, altri livelli permeabili intercomunicanti ed ospitanti falde; in esse si evidenziano scambi idrici sia tra loro che con la falda libera sovrastante.

#### *Falda di Pistoia*

Gli acquiferi dell'area pistoiese corrispondono alle ghiaie e alle sabbie di deposizione fluviale e fluvio-lacustre. L'acquifero principale coincide con il delta-conoide dell'Ombrone, le cui ghiaie raggiungono uno spessore massimo di 20-25 metri, ma presentano frequenti anche se sottili intercalazioni di limi. Acquiferi di minore importanza si trovano quasi ovunque nella pianura, sempre in corrispondenza dei sedimenti fluviali; essi sono più frequenti lungo il margine appenninico, in relazione alla provenienza dei materiali sedimentari. Nella parte centrale della pianura le sabbie e le ghiaie fluviali sono discontinue e sono da collegare con i paleo alvei dell'Ombrone e dei suoi affluenti. Il livello piezometrico misurato nei piezometri installati nell'area pistoiese è quasi ovunque prossimo alla superficie topografica salvo in corrispondenza dei coni di depressione generati dai pompaggi più intensi. La piezometrica si situa in corrispondenza degli stessi sedimenti permeabili, oppure, dove lo strato limoso di esondazione fluviale è più spesso, in corrispondenza di quest'ultimo. Nel primo caso abbiamo quindi una falda libera, nel secondo una falda semiconfinata, in quanto il limo superficiale si comporta come acquitardo. I livelli permeabili compresi nella successione lacustre contengono invece falde in pressione, alimentate dalle zone apicali dei conoidi. I pozzi che raggiungono gli acquiferi confinati hanno di solito un livello piezometrico statico più o meno coincidente con il livello freatico della falda libera.

Per quanto riguarda il tratto Monsummano – Montecatini ritroviamo tre acquiferi di un certo rilievo: l'acquifero carbonatico presente nella zona montuosa più settentrionale della provincia di Pistoia e due acquiferi clastici di origine alluvionale, presenti nella piana di Firenze-Prato-Pistoia e nella Valdinievole.

Sotto il profilo idrogeologico, la pianura di Pieve a Nievole nel tratto di intervento è posta al raccordo tra lo stretto fondovalle del T. Nievole verso nord e la bassa pianura a sud, rappresentando pertanto punto di flusso idrico sotterraneo della falda superficiale connessa al corso d'acqua che funge da alimentatore dell'acquifero nella sua parte alta e poi da drenaggio delle acque ipogee nella sua parte inferiore.

Questo acquifero è in parte alimentato anche dal sistema termale di Montecatini e Monsummano, le cui acque, grazie ad un meccanismo di termoartesianesimo, risalgono lungo il sistema di faglie ad orientamento NNO-SSE che borda la pianura alluvionale.

Oltre a questo acquifero principale, la Valdinievole è interessata dai due sistemi idrogeologici contigui di Montecatini e Monsummano. Il campo idrotermale di Montecatini è caratterizzato da più sorgenti che presentano diverso contenuto salino (dal massimo di 20 g/l della sorgente Leopoldina al minimo della sorgente Rinfresco) a causa della diluizione di un'unica "acqua madre" da parte delle acque di una falda superficiale. Per contro, le acque

termominerali di Monsummano subiscono una scarsa diluizione da parte delle acque superficiali e il loro residuo secco, rilevato nelle acque delle due sorgenti (Giusti e Parlanti), risulta pressoché costante anche se notevolmente più basso di quello rilevabile nelle acque di Montecatini.

Data la situazione idrogeologica sopra presentata, il Piano di Monitoraggio delle acque sotterranee, articolato in indagini su captazioni, è orientato ai seguenti aspetti:

- certificazione dello stato quali-quantitativo delle captazioni e della falda nella situazione precedente l'avvio dei lavori;
- controllo delle captazioni e della falda 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.

### **3.2.6. 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).

La proposta di monitoraggio si basa sull'analisi di gruppi zoologici, in modo da permettere una più attenta valutazione del grado di funzionalità ecologica degli habitat monitorati.

In generale il monitoraggio della fauna tenderà a verificare la diversa presenza delle specie in relazione a:

- la sottrazione di habitat e/o di fonti alimentari per la fauna nelle diverse aree interessate dall'opera;
- il possibile disturbo alla fauna da inquinamento acustico;
- l'impatto sulla fauna per inquinamento dell'ambiente idrico;
- l'impatto sulla fauna per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti, depositi di inerti);
- l'impatto sulla fauna per alterazioni prodotte dai mutamenti delle condizioni idrologiche ed idrografiche (es. intercettazione di fossi e scoline; modificazione della velocità dell'acqua per difese trasversali, pile di viadotti, ecc.);
- l'introduzione di infrastrutture (rilevati, ecc.) che determinano un effetto barriera nei confronti degli spostamenti della fauna terrestre.

Come principio generale per tutti gli indicatori faunistici, nella fase di posizionamento dei rilievi verrà adottato 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.

### **3.2.7. Componente Vegetazione**

Per la componente Vegetazione il PMA prevede il monitoraggio per la verifica della riuscita delle opere a verde previste.

Per tale scopo il monitoraggio sarà eseguito solamente nella fase post operam ed in seguito alla realizzazione dei ripristini eseguiti nelle aree di cantiere e nei campi base.

### **3.3. Metodiche di rilevamento**

#### **3.3.1. 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 A2bis: misura delle fibre di amianto in prossimità di aree di cantiere;
- Metodica A3: misura in continuo con centralina fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria.

#### **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, dei cantieri e delle viabilità di cantiere.

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), ozono (O3), ossidi di azoto (NO, NO2, NOx), frazione respirabile delle particelle sospese (PM10 e PM 2.5), benzene (C6H6), BaP (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.

La strumentazione utilizzata sarà certificata in conformità a quanto previsto dal D.M. 60/2002 e dal D. Lgs. 152/2007.

Inoltre nel corso della misura degli inquinanti da traffico saranno rilevati anche i parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, precipitazioni, radiazione solare globale, pressione atmosferica, umidità relativa).

I risultati delle misure saranno riportati nella relazione/bollettino di riferimento.

I parametri monitorati sono riportati nella Tabella 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 <sup>3</sup>	Media su 8 ore / Media oraria
NO, NO <sub>2</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	media su 1 h
NO <sub>x</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	media su 1 h
PM10	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media giornaliera su 24 h/media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
PM2.5	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media giornaliera su 24 h/media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
O <sub>3</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 1 h

(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<sub>k</sub> il valore di concentrazione che occupa il (k\*N/100)esimo posto nella sequenza. C<sub>k</sub> coincide con la concentrazione C<sub>i</sub> che soddisfa le seguenti due condizioni:

- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a C<sub>i-1</sub> risulta minore di (k\*N/100)
- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a C<sub>i</sub> 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 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 <sup>2</sup>
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 D.lgs. n. 155 del 13/08/2010 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 D.Lgs 155/10. Le due parti del supporto una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque trafilamento 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.

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

Le elaborazioni statistiche per le PM10 saranno effettuate sia con la media su 24 h che con la media annuale

### **Metodica A2bis - Rilievo delle fibre di amianto con campionatore sequenziale**

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse sitospecifica, finalizzata alla valutazione dello stato di qualità ambientale attuale delle aree di intervento.

Il prelievo verrà eseguito secondo quanto prescritto dall'allegato 2b del Decreto Ministeriale del 06 settembre 1994 con utilizzo di microscopia elettronica in SEM per identificare e contare con certezza solo le fibre di amianto e identificarne la tipologia secondo la definizione dei minerali asbestiformi indicati in normativa.

Il flusso di campionamento e il relativo volume (3000 litri) devono determinare un tempo di campionamento effettivo di otto ore eseguito durante il periodo diurno simulando l'orario lavorativo del cantiere, precisamente tra le 8.00 e le 16.00 per 3 giorni consecutivi. Infatti per la campagna di misura, in ciascun sito individuato, si richiedono almeno tre campionamenti consecutivi al fine di effettuare una valutazione più completa del possibile impatto ambientale.

Tutte le attività strumentali di campionamento e rilevamento di parametri in campo, di manipolazione e preparazione dei campioni in laboratorio, di analisi e di elaborazione statistica dei dati relativi alle misure eseguite saranno effettuate secondo la vigente normativa di Legge nazionale ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali recepite.

Per il monitoraggio delle fibre d'amianto aerodisperse si dovrà fare riferimento in particolare alla seguente normativa:

- D. Lgs. n. 351 del 04/08/99 - Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- DM 6 settembre 1994; Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12 comma 2 della legge 27/3/1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto (Allegato 2);
- Decreto Ambiente 20.05.1991: "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria";

- D.Lgs. 277/91 del 15/08/91 - Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212.
- Metodo ISO 14966/02 - Ambient air -- Determination of numerical concentration of inorganic fibrous particles -- Scanning electron microscopy method;
- Legge 81- Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

La strumentazione impiegata per il campionamento dovrà essere composta da :

- Supporto di prelievo, membrana in Esteri misti di Cellulosa (MCE) di diametro 25 mm e porosità pari a 0,8 µm conforme a quanto definito dal DM 06 settembre 2006.
- Supporto o per permettere il prelievo ad un'altezza compresa tra 1,5 e 1,8 m, installato in zona libera da ostacoli che possano disturbare il flusso d'aria nelle vicinanze del campionatore (di norma a distanza di alcuni metri rispetto ad edifici, balconi, alberi ed altri ostacoli) con orientamento della membrana verso il basso (superficie di prelievo esposta parallela al piano di calpestio) per tutta la durata del campionamento.
- Sistema di campionamento automatico con registrazione dei volumi di campionamento, temperatura e pressione rilevati al contatore volumetrico conforme a quanto definito dal DM 06 settembre 1994.
- Analisi di laboratorio delle fibre di amianto depositate su membrana filtrante (ESEM/EDS) secondo DM 06/09/94 All. 2 Met. B GU n. 220 20/09/94 con microscopio elettronico a scansione con microsonda elettronica.

Il campionamento e le analisi delle fibre di amianto verrà eseguito da un laboratorio qualificato ai sensi del DM 14/05/1996 o accreditato per tale prova.

### **Metodica A3- Rilievo qualità aria con centralina fissa**

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in prossimità dell'autostrada e delle viabilità di cantiere.

Nel presente documento vengono definite le procedure in continuo per il monitoraggio della qualità dell'aria con centralina fissa (Metodica A3), al fine 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:

- Calibrazione della strumentazione ogni 96 ore
- Taratura della strumentazione annuale
- 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

I risultati delle misure saranno riportati nella relazione di riferimento.

Dopo aver effettuato i sopralluoghi sui siti di misura si procederà all'allestimento ed installazione della centralina che dovrà disporre di:

- sistema di acquisizione e validazione dei dati
- sistema di gestione e stampa/trasmissione dei dati raccolti.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ozono (O<sub>3</sub>), ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), frazione respirabile delle particelle sospese (PM<sub>10</sub> e PM 2.5), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), BaP (secondo le indicazioni del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

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. Anche i metalli Cd e Ni, As, Hg andranno determinati su campioni aggregati ed a frequenza trimestrale (secondo le indicazioni del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

La strumentazione utilizzata sarà certificata in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010, dal D.M. 60/2002 e dal D. Lgs. 152/2007.

Inoltre saranno rilevati anche i parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, precipitazioni, radiazione solare globale, pressione atmosferica, umidità relativa).

I parametri monitorati sono riportati nella Tabella 3, 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 <sup>3</sup>	Media su 8 ore / Media oraria
NO, NO <sub>2</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	media su 1 h
NO <sub>x</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	media su 1 h
PM <sub>10</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media giornaliera su 24 h/media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
PM <sub>2.5</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media giornaliera su 24 h/media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
O <sub>3</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 1 h
IPA –BaP	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Verrà eseguita sulle misure acquisite

Tabella 1– Inquinanti da monitorare

Le elaborazioni statistiche verranno effettuate sui dati acquisiti.

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  $(k \cdot N / 100)$ 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  $(k \cdot N / 100)$ ;
- la sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a  $C_i$  risulta maggiore o uguale a  $(k \cdot N / 100)$ .

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.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati nella Tabella 4, 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 <sup>2</sup>
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.

Per ciascuna centralina dovranno essere forniti:

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

### 3.3.2. 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

Metodica R4bis Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori.

Metodica R5 Misure per la caratterizzazione preventiva degli impatti determinati dalle attività dei cantieri fissi e dei fronti di avanzamento sui ricettori circostanti

Metodica R6 Misure di collaudo dei mezzi di cantiere

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 o per l'ampliamento di quelli attuali, degli imbocchi di gallerie, delle cave e depositi, 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 corso d'opera è stata ipotizzata la ripetizione delle misure negli stessi punti e con le stesse metodiche previste per le postazioni ante operam delle aree dei cantieri principali e secondari, degli imbocchi di gallerie, delle cave e depositi. Inoltre sono previsti rilievi finalizzati al collaudo dei cantieri e dei fronti di avanzamento con metodica R5. In tale fase si provvederà ad eseguire un collaudo dei mezzi presenti nei cantieri e nei fronti di avanzamento con metodica R6, finalizzata a verificare che le potenze sonore massime attribuite ai mezzi di cantiere nelle simulazioni di impatto approvate siano garantite in corso d'opera.

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  $L_{Aeq,1min}$
- 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 Tonal (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 Laeq, 1min
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>)
- 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.

#### **R4 bis – verifica degli interventi diretti sul ricettore in ambiente abitativo**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori. La misura è da compiersi in ambiente abitativo all'interno del periodo di riferimento diurno (6÷22h) e/o notturno (22÷6h). I rilevamenti devono essere compiuti solo a finestre a 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.

#### **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 20 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A Laeq,1s
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>)
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.

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.

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.

#### **R5 – misure di breve periodo per collaudo acustico di cantieri o mezzi di cantiere**

La metodica di monitoraggio ha la finalità di verificare, all'atto delle installazioni dei cantieri, il rumore massimo prodotto dai macchinari presenti nell'area di lavoro in modo da poter preventivamente intervenire ed eliminare eventuali condizioni di disturbo per le popolazioni residenti.

Le misure sono svolte in corrispondenza del ricettore più esposto rispetto al cantiere oggetto di monitoraggio o in assenza di ricettori particolarmente prossimi ad un distanza dal cantiere compresa tra 10 e gli 80 m. Il rilievo, composto da 3 misure consecutive della durata di 20 minuti ciascuna, deve essere effettuato con tutti macchinari presenti nel cantiere, in condizioni di massima attività. Inoltre sono previsti dei rilievi in prossimità delle principali sorgenti di rumore individuate all'interno del cantiere.

Le misure dovranno essere ripetute ogni qual volta il cantiere sarà soggetto a modifiche sostanziali delle sue caratteristiche emmissive.

La tecnica di monitoraggio prevede un tempo di misura  $T_M$  che deve essere non inferiore ai 20 minuti. Il rilievo, da ripetersi almeno tre volte, deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora con scansione di 1 secondo.

Inoltre devono essere effettuate anche alcune misure, della durata max di 10 minuti, in prossimità delle principali sorgenti di rumore individuate all'interno del cantiere.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,TM}$  ;
- SEL ;
- spettro di rumore nel dominio 20 Hz e 20 KHz ;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ ) ;
- I livelli statistici L10 e L90.

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  $T_M$ .

#### **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.

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.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno dell'analizzatore 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 analizzatore a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive, ecc.) 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.

#### **R6 – misure di breve periodo per collaudo acustico dei mezzi di cantiere**

La metodica di monitoraggio ha la finalità di caratterizzare le emissioni di rumore delle macchine impegnate nelle lavorazioni lungo il fronte di avanzamento dei lavori e nei cantieri. In particolare i dati da acquisire devono consentire una stima del livello di potenza acustica, necessario per le elaborazioni analitiche e devono essere effettuate con l'attenzione di collocare i punti di misura in conformità con le richieste della normativa tecnica di settore per la stima dei livelli di potenza acustica delle macchine (UNI EN ISO 3746:1997, UNI EN ISO 3747:2002, UNI EN ISO 9614-1:1997).

Le misurazioni avvengono in ambiente esterno. Esse devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

Per ogni sorgente esaminata sono previste 4 misure da 10' (600"):

- Misura La,1: misura effettuata alla destra della sorgente
- Misura La,2: misura effettuata alla sinistra della sorgente
- Misura La,3: misura effettuata davanti alla sorgente
- Misura La,4: misura effettuata dietro alla sorgente

Si riporta la sequenza delle operazioni di misura:

#### Calibrazione iniziale

Inserimento del microfono all'interno del calibratore. Regolazione della dinamica dell'analizzatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Registrazione del segnale di calibrazione e valutazione dello scostamento rispetto al livello di riferimento caratteristico del calibratore. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello misurato differisce di massimo  $\pm 0,5$  dB rispetto al livello di calibrazione. In caso contrario, agendo sul fonometro, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.

#### Posizionamento del microfono

La postazione di misura deve essere scelta in modo da caratterizzare completamente la rumorosità prodotta dalla sorgente in esame. Il microfono, munito di cuffia antivento, deve essere collocato a 15 m dal baricentro acustico della sorgente. L'altezza del microfono deve essere di +1,5 m dal piano campagna. Esso deve essere montato tramite apposito supporto su treppiede e collegato al sistema di acquisizione mediante un cavo tale da consentire all'operatore di porsi ad una distanza superiore a 3 m dal microfono stesso. Nei casi in cui non sia possibile rispettare le suddette prescrizioni se ne deve fornire indicazione nel rapporto di misura.

Si riportano di seguito anche le indicazioni relative all'approccio metodologico che sarà utilizzato per la caratterizzazione acustica delle sorgenti di rumore, in condizioni di campo libero:

- il posizionamento delle postazioni microfoniche per le sorgenti fisse verrà effettuato ad una distanza pari a due volte la dimensione massima della sorgente stessa (diagonale del cubo che involupa il macchinario), il numero di punti di misura e l'altezza del fonometro rispetto al piano campagna sarà definito di volta in volta in funzione della dimensione del macchinario oggetto del monitoraggio.
- il numero di punti di campionamento per ciascun macchinario non sarà mai inferiore a 4, con un tempo di campionamento indicativamente pari a 60 secondi per ciascun punto; Per situazioni di emissione acustica particolari, per esempio trivella, potranno essere valutati tempi di campionamento prolungati in funzione delle caratteristiche dell'emissione acustica prodotta (percussione si/no, ecc.); in ogni punto, inoltre, verranno eseguiti rilievi a due altezze differenti indicativamente 2 m e 4 m in funzione dell'altezza della sorgente sonora, per valutare l'impatto al primo e secondo piano di ogni abitazione.

Se la sorgente sottoposta a prova emette rumore costante in movimento (es. rullo vibrocompattatore, vibrofinitrice), il livello di pressione sonora superficiale sarà determinato, ad una distanza pari a due volte la dimensione massima della sorgente stessa (diagonale del cubo che involupa il macchinario), facendo muovere il microfono a velocità costante lungo il percorso di misurazione, anziché effettuare misurazioni sulle postazioni microfoniche singole.

Le condizioni di funzionamento della sorgente e le operazioni di misura acustiche della prova saranno descritte in dettaglio nel resoconto della prova il quale riporterà anche l'eventuale indice di direttività.

### Misurazione

Il tempo di ciascuna misura TM deve essere pari a 10 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora con scansione di 1 secondo. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, TM ;
- SEL ;
- spettro di rumore nel dominio 20 Hz e 20 KHz ;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAImax, LAFmax, LASmax) ;
- I livelli statistici L10 e L90.

### 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.

### Compilazione data-sheet

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.

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. I dati rilevati in campo devono essere elaborati per consentire il calcolo del livello di potenza sonora delle macchine esaminate. Le operazioni dovranno essere eseguite secondo le indicazioni contenute nella normativa tecnica precedentemente citata.

La prima operazione è relativa al calcolo della pressione sonora media misurata sulla sorgente:

$$L_{pm} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left( 10^{(L_{pi}/10)} \right) \right]$$

dove:

$L_{pm}$  = Livello di pressione sonora medio;

$L_{pi}$  = Livello di pressione sonora per ogni singolo rilievo;

$n$  = numero di punti di misura;

Una volta calcolato il livello di pressione sonora si può ricavare, nell'ipotesi di campo libero (ambiente privo di ostacoli fra la sorgente e il ricettore), il livello di potenza sonora ( $L_w$ ) della sorgente:

$$L_w = L_{pm} + 10 \log_{10} \frac{S}{S_0}$$

dove:

$S$  = superficie di misura;

$S_0$  = superficie di riferimento pari a 1 m<sup>2</sup>.

I valori calcolati degli spettri di potenza acustica delle sorgenti impiegate nei cantieri, potranno essere utilizzati per calcolare il livello di pressione sonora atteso ai ricettori, come previsto, dalla norma tecnica ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors: General method of calculation", secondo la relazione:

$$L_p(a) = L_w - 20 \log_{10}(Dist) - 11$$

Tuttavia al fine di valutare il contributo dovuta alla divergenza geometrica è preferibile applicare un approccio più cautelativo, utilizzando la seguente relazione:

$$L_p(a) = L_w - 20 \log_{10}(Dist) - 8$$

Il calcolo delle potenze sonore e quindi la successiva stima dei livelli di pressione sonora al ricettore fornirà un contributo sia per la redazione degli Studi d'Impatto Acustico, che come previsto dalle disposizioni speciali per le Imprese, devono essere consegnati prima della apertura di ogni area di cantiere, e sia per prevenire durante la fase di avanzamento dei lavori eventuali superamenti dei limiti normativi in corrispondenza del ricettore interessato dalla lavorazione. In questo modo sarà infatti possibile stimare, contestualmente all'avvicinarsi della lavorazione, il livello al ricettore. La nuova metodica R6 permetterà inoltre di avere delle informazioni anche riguardo la direttività della sorgente esaminata e quindi potrà fornire indicazioni utili anche nella scelta del posizionamento della macchina durante la fase lavorativa.



### 3.3.3. 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.

- Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree interessate dalle attività di corso d'opera, sono state ipotizzate misure con metodica tipo V1.
- Per le postazioni di corso d'opera sono state ipotizzate misure sugli stessi punti dell'ante operam, con metodiche tipo V1,V2.
- Per le postazioni post operam relative ai ricettori più significativi sono state ipotizzate misure sugli stessi punti ante operam riferiti all'esercizio con metodica tipo V1.

#### **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) :  $B = 2.5$  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÷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 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÷100 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÷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÷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 del 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.

### **3.3.4. 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, livelli idrometrici e misure di trasporto solido in sospensione;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici;
- Indagini biologiche e dei parametri fisiografici-ambientali.

#### 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
- Idrocarburi Policiclici Aromatici
- Cromo totale
- Nichel
- Zinco
- Cadmio
- Cloruri
- Solfati
- Calcio
- Alluminio
- Escherichia coli
- Ammoniaca
- Nitriti
- Nitrati
- BOD5

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; il 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 nitrati, nitriti, ammoniaca e BOD5 è direttamente riferibile ad inquinamento di tipo antropico e domestico (scarichi civili, presenza di campi cantiere).

#### Indagini biologiche e dei parametri fisiografici-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:

- Metodo MacrOper
- Indice di Qualità Morfologica (I.Q.M.)

Il nuovo Metodo MacrOper, basato sul calcolo dell'indice Star\_ICMi, si basa su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale raccolta, che deve essere effettuata con un retino Surber (un particolare tipo di retino che consente che permette di

raccogliere gli organismi presenti in un'area delimitata da una cornice metallica rettangolare e quindi di dimensioni note) per habitat con profondità inferiori a 0.5m oppure con un retino immanicato nel caso di habitat caratterizzati da profondità maggiori di 0,5m, deve essere proporzionale all'estensione relativa dei diversi habitat osservati in un sito fluviale. La presenza degli habitat nel sito di campionamento oggetto d'indagine deve essere stimata prima di procedere al campionamento stesso. I macroinvertebrati bentonici sono caratterizzati da una limitata mobilità, da un lungo ciclo vitale, dalla presenza di gruppi con differente sensibilità alle cause di alterazione e da molteplici ruoli nella catena trofica. Inoltre la relativa facilità di campionamento e di identificazione di questi organismi, e la loro ampia diffusione nei corsi d'acqua, rendono i macroinvertebrati bentonici particolarmente adatti all'impiego nel biomonitoraggio e nella valutazione della qualità dei fiumi. La maggior parte delle popolazioni di invertebrati bentonici è soggetta a cicli vitali stagionali; pertanto, per poter correttamente definire la composizione tassonomica di un sito, le abbondanze degli individui e la diversità, le stagioni di campionamento devono essere chiaramente stabilite (si ricorda tuttavia che la stagione di campionamento più adatta è soprattutto legata al tipo fluviale in esame). Va evitato il campionamento in una o più delle seguenti situazioni: durante o subito dopo eventi di piena; - durante o subito dopo periodi di secca estrema; per impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (ad esempio in caso di elevata torbidità). In quest'ultimo caso, se il campionamento viene effettuato egualmente, è possibile segnalare sulla Scheda che il campionamento è avvenuto in condizioni non ottimali per la corretta quantificazione della presenza dei diversi microhabitat. Il sito campionato deve essere rappresentativo di un tratto più ampio del fiume in esame cioè, se possibile, dell'intero corpo idrico come previsto dalla Direttiva 2000/60.

La procedura di campionamento richiede un'analisi della struttura in habitat del sito e pertanto, dopo aver selezionato la sezione migliore procedendo con il riconoscimento e la descrizione dei microhabitat, si procede al campionamento. Questo deve essere iniziato dal punto più a valle dell'area oggetto d'indagine proseguendo verso monte, in modo da non disturbare gli habitat prima del campionamento. Il "Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili" (predisposto dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici in stretta collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) definisce le tecniche di campionamento da adottare anche in base al tipo di habitat e di substrato.

Una volta raccolto il campione si procede in campo all'identificazione dei taxa. In genere il campione può essere smistato in toto sul campo. Gli individui raccolti tramite rete vengono trasferiti in vaschette e quindi si procede allo smistamento e alla stima delle abbondanze dei diversi taxa. In generale si richiede il conteggio preciso degli organismi fino alla soglia dei dieci individui. Per i taxa il cui numero di individui superi tale soglia si ritiene praticabile fornire direttamente un'indicazione della stima mediante conteggio approssimativo, anziché limitarsi a valutare solo la classe di abbondanza. Per gli organismi che richiedono controlli o approfondimenti tassonomici, sarà necessaria una verifica in laboratorio.

In generale il metodo MacrOper garantisce un'efficienza di cattura superiore al metodo IBE (Indice Biotico Esteso), permettendo così il riconoscimento di un maggior numero di taxa e una miglior definizione della struttura della comunità degli invertebrati bentonici.

L'Indice di Qualità Morfologica IQM è un metodo di valutazione dello stato di salute ecologica degli ambienti fluviali, basato sull'integrazione di rilievi sul terreno ed interpretazione di immagini telerilevate, è strutturato in tre fasi: inquadramento e suddivisione in tratti del corso d'acqua; valutazione dello stato attuale; monitoraggio. La suddivisione iniziale in tratti si basa principalmente sulle condizioni fisiche del bacino, il grado di confinamento del corso d'acqua e la morfologia dell'alveo. La valutazione delle condizioni attuali viene realizzata attraverso l'uso di una serie di schede che consentono un'analisi guidata dei seguenti aspetti: (a) continuità (longitudinale e laterale) del corso d'acqua; (b) configurazione morfologica dell'alveo; (c) configurazione della sezione; (d)

struttura e substrato del fondo; (e) vegetazione nella fascia perifluviale. I precedenti aspetti vengono analizzati relativamente alle tre seguenti componenti: (1) funzionalità geomorfologica; (2) artificialità; (3) variazioni morfologiche. Viene utilizzato un sistema a punteggi per ottenere un Indice di Alterazione Morfologica (IAM) e un Indice di Qualità Morfologica (IQM), in base ai quali classificare il tratto in esame del corso d'acqua. La fase di monitoraggio consente di valutare il mantenimento, o le eventuali variazioni, delle attuali condizioni morfologiche.

Entrambi i metodi (MacrOper e I.Q.M.) 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.

### **3.3.5. 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;

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 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 e piezometri esistenti 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. 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:

- Bicarbonato
- Calcio
- Sodio
- Cloruri
- Solfati
- Magnesio
- Potassio

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 sottoterraneo (dilavamento di acque di cantiere) o eventuali sversamenti accidentali collegati all'attività dei cantieri e dei campi cantiere. Le opere sono potenzialmente in grado di determinare l'alterazione dal punto di vista qualitativo per contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento. Le alterazioni qualitative che possono determinarsi dal contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento sono numerose e possono verificarsi nel caso di circuiti idrogeologici brevi e superficiali.

### 3.3.6. 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 rilevabilità 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).

#### 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 e quantitativa della comunità presente 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.

Particolare attenzione dovrà essere prestata al censimento di eventuali rapaci nidificanti sulle pareti rocciose, segnalando per ciascuna specie il numero di individui, di coppie, di nidi e il successo riproduttivo.

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

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

Anfibi: i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa e quantitativa della comunità presente 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 (transetti), 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.

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

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

Valutazione dell'efficacia dei passaggi ecologici: per verificare dell'utilizzo da parte della fauna della zona dei passaggi ecologici (sottoattraversamenti idrici e stradali) attualmente esistenti e quelli di futura costruzione dovranno essere eseguiti dei sopralluoghi con lo scopo di capire se i passaggi sono realmente utilizzati e da quali specie di animali. Durante ogni sopralluogo dovranno essere ispezionati entrambi i lati del corridoio ecologico; dovranno essere analizzate ed eventualmente raccolte le tracce lasciate dagli animali (orme, fatte, peli) utili al riconoscimento della specie. E' prevista una campagna di rilievo ogni trimestre da eseguirsi nei periodi più idonei (ad esempio dopo un evento piovoso in modo da reperire con più facilità le orme lasciate dagli animali). Per ogni campagna dovranno essere ispezionati fino a 10 passaggi ecologici. L'individuazione e la seguente ispezione dei passaggi da monitorare (eseguita da personale competente) avverrà in seguito all'esecuzione di sopralluoghi sul campo ed in seguito all'analisi della documentazione utile reperibile.

### 3.3.7. Componente Vegetazione

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura in grado di rispondere agli obiettivi specifici dell'indagine.

Rilievi biometrici e qualitativi

Questo gruppo di metodi di monitoraggio risulta di particolare interesse sulle aree oggetto di interventi di recupero ambientale, in quanto consente la verifica degli obiettivi (biotecnici, paesaggistici, naturalistici, ecc.) prefissati in fase progettuale.

E' possibile distinguere due gruppi di rilievi a seconda che vengano monitorate le specie arboreo-arbustive o quelle erbacee.

Per ogni sito, una volta individuata una superficie rappresentativa (unità) dell'intera area di intervento, saranno eseguite le seguenti misurazioni:

#### 1) Analisi della Vegetazione Erbacea messa a dimora

Sulle unità individuate si effettua la raccolta dati e le analisi rappresentate dal:

- rilievo floristico di tutta la copertura dell'unità da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo (inizio estate) e fine ciclo (inizio autunno);
- il rilievo dello stato fitosanitario dell'unità, da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo (inizio estate) e fine ciclo (inizio autunno);
- il rilievo biometrico rappresentato dalla:
  1. biomassa presente in un metro quadrato (ripetuto 2 –3 volte per ogni unità), da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo;

2. altezza delle specie dominanti e/o indicatrici (di almeno 20-30 piante dell'unità) da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo
- rilievo fotografico delle singole unità, da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo (inizio estate) e di fine ciclo (autunno);

## 2) Analisi della Vegetazione Arboreo-arbustiva messa a dimora

Per la componente arborea si deve prevedere una raccolta dati che interessi almeno il 10% delle piante messe a dimora e per ogni sito si dovranno raccogliere informazioni relative a:

- % attecchimento di ogni specie adottata, rilievo da eseguire verso la fine del ciclo o meglio all'inizio del ciclo vegetativo successivo;
- rilievo dello stato fitosanitario, da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo (inizio estate) e di fine ciclo (inizio autunno);
- rilievi biometrici rappresentati da:
  1. altezza totale della pianta, da effettuarsi alla fine del ciclo vegetativo;
  2. accrescimento annuale raggiunto (freccia ) da effettuarsi alla fine del ciclo vegetativo.

### 3.3.8. Assetto fisico del territorio

Le metodiche utilizzate sono in grado di fornire le indicazioni necessarie a monitorare e studiare i fenomeni in atto e fornire dati utili sia alla progettazione di interventi di mitigazione, sia alla verifica dell'efficacia di interventi di consolidazione e di stabilizzazione previsti da progetto o in itinere.

#### Misure topografiche

La topografia tradizionale comprenderà una rete di inquadramento realizzata con metodologia satellitare GPS (Sistema Globale di Posizionamento) da cui "lanciare" una rete di capisaldi, sempre realizzata con metodologia satellitare GPS, che servirà per effettuare le letture alle "mire" appositamente collocate, nelle diverse fasi del progetto di monitoraggio (ante operam, corso d'opera, post operam) secondo quanto riportato nel relativo paragrafo. La Rete di inquadramento GPS sarà costituita da vertici distribuiti lungo il tracciato in posizione sicuramente stabile, sia in prossimità delle aree da sottoporre a controllo che al di fuori delle aree in esame. La precisione attesa sulle coordinate dei punti di inquadramento è quella propria del sistema satellitare GPS. La rete di inquadramento sarà poi integrata con la materializzazione di una rete locale di capisaldi GPS da cui andranno effettuate le misure con "stazione totale" di una serie di punti di controllo posizionati e materializzati sulle teste degli strumenti deformativi, sulle strutture di sostegno degli scavi nonché direttamente a terra mediante appositi deformati in cls armato, in funzione delle caratteristiche del sito. Le misure di controllo locali, realizzate con stazione totale (sqm compreso tra 10 e 5 cc sulle misure angolari e tra 5 mm + 5 ppm e 1 mm + 1 ppm sulle misure di distanza), permetteranno di ottenere dunque coordinate con la massima accuratezza oggi consentita dagli strumenti. I punti di stazione coincideranno naturalmente con punti della rete di inquadramento e con punti di nuova istituzione ad essi collegati. La finalità di queste misure sarà quella di verificare eventuali risentimenti sulle opere di sostegno degli scavi, fornire una misura di confronto e verifica di quanto evidenziato dagli inclinometri ed in ultimo integrare, con ulteriori punti a terra, il numero di dati puntuali che possano evidenziare risentimenti superficiali collegati con eventuali movimenti profondi.

#### Fessurimetri graduati



L'utilizzo dei fessurimetri graduati, da installare su strutture di contenimento e fabbricati, permetterà il monitoraggio dello stato fessurativo delle costruzioni al fine di valutare, attraverso misure di Ante Operam, la presenza e la naturale evoluzione dei fenomeni deformativi eventualmente preesistenti. I fessurimetri sono formati da due piastre mobili sovrapposte. La piastra superiore è incisa con un reticolo e quella inferiore è calibrata in millimetri. La misura del movimento della lesione è rilevabile anche in frazione di millimetro ed è segnata dall'entità dello spostamento della piastra con reticolo rispetto alla piastra millimetrata sottostante a partire dal valore di zero. I successivi rilievi consentono di seguire ogni movimento della lesione. In un sistema rigido-fessurato, eventuali ulteriori deformazioni dovute alla normale evoluzione dell'immobile, per esempio in risposta a variazioni termiche o di umidità, così come in risposta ad eventuali deformazioni delle fondazioni dovute a variazioni dei carichi o, a variazioni deformative nel terreno circostante, tendono a manifestarsi infatti come deformazioni localizzate sulle lesioni esistenti, che costituiscono punti di relativa debolezza. Sarà così possibile identificare e discernere eventuali naturali evoluzioni dello stato deformativo delle strutture da quella che potranno essere dirette ripercussioni dei lavori previsti in progetto.

## 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	40 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 **64 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 l'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**, risultano particolarmente vulnerabili e sensibili. E' stata pertanto 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 per la metodica A2. Nelle tabelle 4.1 e 4.2 sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1- Adeguamento del nodo di Peretola e ampliamento alla terza corsia fino a pk km 9+850 e nel lotto 2- Ampliamento alla terza corsia da pk 9+850 a pk 27+400.

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. Le centraline andranno ubicate nei comuni di Agliana nella stessa posizione in cui sono state eseguite le indagini del SIA e Firenze in prossimità dello svincolo di Peretola. In tal modo viene recepita l'indicazione di Arpat che chiede rilievi in continuo con metodica A3 in sostituzione dei mezzi mobili. Le centraline andranno installate un anno prima dell'inizio dei lavori in modo da garantire 12 mesi di AO

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 dai cantieri dove le Polveri Sottili (PM10) possono essere ritenute il principale ed unico inquinante derivante dalle normali attività di cantiere. I siti, come richiesto dalla

Regione Toscana, sono stati ubicati nei recettori “sensibili” più vicini, ai cantieri denominati CO03, CO04, CB01.

Inoltre è stata recepita la prescrizione del Dec. Via con installazione di una centralina fissa in prossimità del casello autostradale di Firenze Nord e degli stagni di Focognano. I dati della centralina saranno utilizzati per la sperimentazione finalizzata a determinare il contributo che la sorgente autostradale fornisce all'inquinamento locale e per verificare le concentrazioni stimate nell'ambito del SIA. La centralina andrà installata un anno prima dell'inizio dei lavori.

Per quanto riguarda il tratto di Monsummano non essendoci alcuna modifica di capacità dell'infrastruttura non vi è alcun incremento di traffico tra la situazione senza intervento e quella con l'intervento; pertanto risulta assolutamente invariante sotto il profilo dell'inquinamento atmosferico.

Inoltre è previsto un sito di misura (A11-FP-PO-A2bis-06) finalizzato al controllo delle fibre amiantifere. Tale postazione di misura verrà spostata in funzione delle lavorazioni presenti lungo la tratta in cui si prevedono la presenza di minerali amiantiferi ed in particolare:

- carreggiata dir. Firenze: dalla prog. km 5+000 alla prog. km 20+000, per una lunghezza complessiva di 15 km circa;
- carreggiata dir. Pistoia: dalla prog. km 8+000 alla prog. km 19+500, per una lunghezza complessiva di 11,5 km circa.

Pertanto verrà acquisito il crono programma dall'impresa ed i rilievi verranno eseguiti in concomitanza con le lavorazioni impattanti. In particolare per la fase ante operam verranno eseguiti n. 2 rilievi in carreggiata dir. Firenze e n.2 rilievi in carreggiata dir. Pistoia in modo da caratterizzare l'area in oggetto. I rilievi delle fibre di amianto, come richiesto da Arpat, verranno eseguiti anche in fase di post operam negli stessi siti individuati in fase di ante operam

Il monitoraggio ante operam, in corso d'opera e post operam, finalizzato alla valutazione dell'impatto da traffico autostradale, avverrà con metodica A3 (centralina fissa) con rilevamento in continuo dei dati e secondo le modalità da concordare con ARPAT. Tale monitoraggio verrà eseguito anche in corso d'opera in prossimità dello svincolo di Peretola in modo da valutare l'impatto delle lavorazioni in una zona ad alta concentrazione di ricettori sensibili (come richiesto nel dec. VIA)

La campagna di monitoraggio post operam deve essere programmata all'interno del primo anno di esercizio dell'opera in progetto. Il monitoraggio con centralina fissa (metodica A3) avverrà in continuo con restituzione dati trimestrale nelle fasi di Ante Operam, Corso d'Opera e post Operam.

#### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate e nelle Tabelle 4.1 e 4.2

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

Esempio di codice completo: **A11-FP-FI-A1-01**

**A11** = A11 – Autostrada Firenze –Pisa Nord

**FP** = Tratta Firenze - Pistoia

**FI** = codice del comune di appartenenza;

FI = Firenze;

SF = Sesto Fiorentino;

CB = Campi Bisenzio;

PO = Prato;

AG = Agliana;

PI = Pistoia;

PN = Pieve a Nievoli

MO = Monsummano

**A1 = Metodica di Monitoraggio**

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

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

A2bis = Misura delle fibre di amianto con campionatore sequenziale (ante operam, corso d'opera);

A3 = Misura in continuo della qualità dell'aria con centralina fissa (ante operam, corso d'opera, post operam).

**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	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	
A11-FP-FI-A3-01	Nodo Peretola			4		-	13		-	4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi Misura in continuo con restituzione dati trimestrale
A11-FP-CB-A3-06				4			13			4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Misura in continuo con restituzione dati trimestrale. Sito integrativo richiesto dec Via
<b>TOTALE</b>		-	-	12	-	-	26	-	-	8	

Tabella 4.1 - Piano delle misure da effettuare nel lotto 1 – ATMOSFERA

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO									NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam			Corso d'Opera			Post Operam			
		A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	

		A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	
A11-FP-AG-A3-02	Sito presente nel SIA			4	-	-	13		-	4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi Misura in continuo con restituzione dati trimestrale
A11-FP-PO-A2-03	Cantiere CB01	-	4		-	13		-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A11-FP-PI-A2-04	Cantiere CO03	-	4		-	13		-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A11-FP-PO-A2bis-05	Controllo Amianto	-	4		-	13		-	4	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera. Sito rilocalizzato in funzione dei lavori
<b>TOTALE</b>		-	12	4	-	39	13	-	4	4	

Tabella 4.2 - Piano delle misure da effettuare nel lotto 2 – 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 e secondari, dai fronti di avanzamento, 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.

In particolare, i rilievi fonometrici 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 rumore ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale. Per la fase post operam sono stati individuati diverse tipologie di ricettori su cui eseguire i rilievi fonometrici:

- recettori con rispetto dei limiti senza interventi di mitigazione (metodica R3);
- recettori con rispetto dei limiti mediante interventi di mitigazione (metodica R3);
- recettori con limiti non rispettati anche in presenza di mitigazioni, gli infissi presenti consentono il rispetto dei limiti interni (metodiche R3 e R4bis);

A partire da questi dati sperimentali verranno eseguite nuove stime previsionali mediante adeguato modello di simulazione acustica su tutti i ricettori individuati, al fine di verificare la correttezza di quanto previsto ed in particolare l'efficacia delle opere di mitigazione e degli interventi di insonorizzazione degli edifici preventivati nello studio acustico preliminare. Verranno inoltre individuati nella fase post operam alcuni punti di misura adatti a verificare l'emissività della sorgente (siti indisturbati e prospicienti l'autostrada).

Per l'aggiornamento degli studi acustici, in primo luogo si procederà a una verifica del sistema dei ricettori presenti lungo le tratte in ampliamento, allo scopo di individuare eventuali variazioni significative (nuove edificazioni, demolizioni, cambi di destinazione d'uso).

Contemporaneamente saranno acquisite e inserite nei modelli digitali del terreno dei modelli acustici eventuali variazioni significative apportate ai progetti stradali in sede di esecuzione dei lavori (modifiche rilevanti di muri, trincee, ecc.). Saranno quindi svolte le simulazioni acustiche per tutti i ricettori presenti nell'area di studio.

Le misure verranno eseguite nella fase di ante operam in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicate nelle tabelle 5.1 e 5.2 con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento. Nelle tabelle 5.1 e 5.2 sono identificati i siti di misura

ricadenti nel lotto 1- Adeguamento del nodo di Peretola e ampliamento alla terza corsia fino a pk km 9+850 e nel lotto 2- Ampliamento alla terza corsia da pk 9+850 a pk 27+400.

L'esatta ubicazione dei punti di misura, nella fase di corso d'opera, verrà verificata al momento delle redazioni delle valutazioni di impatto acustico in modo da valutare se il ricettore individuato sia effettivamente quello soggetto agli impatti maggiori.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle aree interessate dai cantieri principali e di lavoro, dai cantieri mobili, dagli imbocchi di gallerie, saranno verificate con i responsabili degli stessi cantieri per individuare le attività "tipo" e le relative macchine e attrezzature impiegate. Per ciò che concerne le postazioni finalizzate alla determinazione degli impatti prodotti dalle attività e dai singoli macchinari dei cantieri fissi (metodica R5), le misure verranno svolte in concomitanza all'installazione dei cantieri e ogni qualvolta la configurazione del cantiere sarà soggetto a variazioni particolarmente significative in relazione alle emissioni di rumore.

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori interferiti dalla viabilità a servizio dei cantieri, saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure.

Per le misure di collaudo dei mezzi di cantiere (metodica R6) si provvederà, in fase di corso d'opera, a trasmettere l'elenco dei macchinari che saranno caratterizzati acusticamente. Ove possibile a ciascun macchinario verrà associato il relativo valore di potenza sonora utilizzato nelle valutazioni di impatto acustico.

Le misure sono previste in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegata e indicati nelle tabelle 5.1 e 5.2. Per ciò che riguarda le postazioni (cantieri principali e secondari, imbocchi di gallerie) 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.

Le misure verranno eseguite una volta e in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegata e indicati nella tabella 8.

#### 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: **A11-FP-FI-R2-01**

**A11** = A11 – Autostrada Firenze –Pisa Nord

**FP** = Tratta Firenze - Pistoia

**FI** = codice del comune di appartenenza;

FI = Firenze;

SF = Sesto Fiorentino;

CB = Campi Bisenzio;

PO = Prato;

AG = Agliana;

PI = Pistoia;

PN = Pieve a Nievoli

MO = Monsummano

**R2** = Metodica di Monitoraggio

Metodica R2 Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere(ante operam, corso d'opera).

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

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

Metodica R4bis Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori. (post operam).

Metodica R5 Misure per la caratterizzazione preventiva degli impatti determinati dalle attività dei cantieri fissi e dei fronti di avanzamento sui ricettori circostanti (corso d'opera)

Metodica R6 Misure di collaudo dei mezzi di cantiere (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	R5	R3	R4bis	
A11-FP-SF-R3-07	Esercizio		1					1		
A11-FP-CB-R3-08	Esercizio		1					1		
A11-FP-PO-R3-09	Esercizio		1					1		Fuori Fascia di pertinenza
A11-FP-FI-R2-13	Fronte avanzamento	1			13					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi. Sito integrativo Svincolo Peretola
A11-FP-FI-R4-13	Fronte avanzamento			1		13				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi Sito integrativo Svincolo Peretola
A11-FP-FI-R5-13	Fronte avanzamento						1			Sito integrativo Svincolo Peretola
A11-FP-FI-R3-14	Esercizio		1					1		Sito integrativo Svincolo Peretola
A11-FP-FI-R3-15	Esercizio		1					1		Sito integrativo Svincolo Peretola
A11-FP-FI-R3-16	Esercizio		1					1		Sito integrativo Svincolo Peretola
<b>TOTALE</b>		<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	

Tabella 5.1 - Piano delle misure da effettuare nel lotto 1 – RUMORE

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO								Note
		Ante Operam			Corso d'Opera			Post Operam		
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R5	R3	R4bis	

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO								Note
		Ante Operam			Corso d'Opera			Post Operam		
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R5	R3	R4bis	
A11-FP-PO-R2-01	Cantiere CB01	1			13					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi.
A11-FP-PO-R4-01	Cantiere CB01			1		13				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-PO-R5-01	Cantiere CB01						1			
A11-FP-PI-R2-02	Cantiere CO03	1			13					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi.
A11-FP-PI-R4-02	Cantiere CO03			1		13				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-PI-R5-02	Cantiere CO03						1			
A11-FP-PO-R2-03	Fronte avanzamento	1			13					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi.
A11-FP-PO-R4-03	Fronte avanzamento			1		13				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-PO-R5-03	Fronte avanzamento						1			
A11-FP-PO-R2-04	Fronte avanzamento	1			13					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi.
A11-FP-PO-R4-04	Fronte avanzamento			1		13				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-PO-R5-04	Fronte avanzamento						1			
A11-FP-PO-R2-05	Fronte avanzamento	1			13					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi.
A11-FP-PO-R4-05	Fronte avanzamento			1		13				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-PO-R5-05	Fronte avanzamento						1			
A11-FP-PO-R2-06	Fronte avanzamento	1			13					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi.
A11-FP-PO-R4-06	Fronte avanzamento			1		13				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-PO-R5-06	Fronte avanzamento						1			
A11-FP-PO-R3-10	Esercizio		1					1		
A11-FP-PO-R4b-10	Esercizio								1	
A11-FP-PI-R3-11	Esercizio		1					1		Ricettore sensibile
A11-FP-PI-R3-12	Esercizio		1					1		Fuori Fascia di pertinenza
<b>TOTALE</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	

Tabella 5.2 - Piano delle misure da effettuare nel lotto 2 – RUMORE

I ricettori nelle fasce di pertinenza sono così suddivisi:

- rispetto limiti senza mitigazioni: A11-FP-SF-R3-08- A11-FP-PO-R3-10- A11-FP-PI-R3-13
- rispetto limiti con mitigazioni: A11-FP-CB-R3-09 - A11-FP-MO-R3-14
- interventi diretti sui ricettori: A11-FP-PO-R3-11

Inoltre vengono monitorati due ricettori fuori fascia di pertinenza



### 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 nelle tabelle 6.1 e 6.2, una sola volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate per le metodiche di riferimento V1. Nelle tabelle 6.1 e 6.2 sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1- Adeguamento del nodo di Peretola e ampliamento alla terza corsia fino a pk km 9+850 e nel lotto 2- Ampliamento alla terza corsia da pk 9+850 a pk 27+400.

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 Ambientale. In particolare sono stati individuati degli edifici residenziali rappresentativi posti lungo il tracciato autostradale a distanza inferiore ai 30 m.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e riportati nelle tabelle 6.1 e 6.2

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.

Infatti come evidenziato nel SIA le vibrazioni non rappresentano un elemento di criticità per la tipologia di opera in esame. Le diverse misure svolte presso altre autostrade (in genere poste su suoli più rigidi, favorevoli alla propagazione delle vibrazioni) e lungo la stessa A11 hanno evidenziato livelli vibratori molto al di sotto dei limiti di riferimento, pertanto non sono previsti rilievi nella fase post operam

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:       **A11-FP-FI-V1-01**

**A11** = A11 – Autostrada Firenze –Pisa Nord

**FP** = Tratta Firenze - Pistoia

**FI** = codice del comune di appartenenza;

FI = Firenze;

SF = Sesto Fiorentino;

CB = Campi Bisenzio;

PO = Prato;

AG = Agliana;

PI = Pistoia;

PN = Pieve a Nievoli

MO = Monsummano

**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	Descrizione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A11-FP-FI-V1-01	Nodo Peretola	1	-	13	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-FI-V2-01	Nodo Peretola	-	-	-	13	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	

Tabella 6.1 – Piano delle misure da effettuare nel lotto 1 – VIBRAZIONI

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE			NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam	

		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A11-FP-CB-V1-02	Tratto autostradale	1	-	13	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-CB-V2-02	Tratto autostradale	-	-	-	13	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-PO-V1-03	Tratto autostradale	1	-	13	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-PO-V2-03	Tratto autostradale	-	-	-	13	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-PO-V1-04	Tratto autostradale	1	-	13	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-PO-V2-04	Tratto autostradale	-	-	-	13	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-PO-V1-05	Tratto autostradale	1	-	13	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-PO-V2-05	Tratto autostradale	-	-	-	13	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-PO-V1-06	Tratto autostradale	1	-	13	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A11-FP-PO-V2-06	Tratto autostradale	-	-	-	13	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	

Tabella 6.2 – Piano delle misure da effettuare nel lotto 2 – VIBRAZIONI

## 4.2. Componente Idrica

Gli interventi previsti in corrispondenza di ponti, viadotti e attraversamenti fluviali, con la realizzazione di opere in alveo, quali sistemazioni spondali, guadi provvisori, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare attenzione 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.

La presenza nel progetto di opere in grado di alterare il regime di flusso idrico sotterraneo, unitamente al rischio di alterazione qualitativa delle acque sotterranee, ha reso necessario l'inserimento della componente Acque Sotterranee all'interno del PMA.

### 4.2.1. Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali

L'idrografia della zona interessata dall'intervento è tipica di un'area pianeggiante di origine alluvionale posta ai piedi delle colline appenniniche. La pianura fra Firenze, Prato e Pistoia è, infatti, sede di un reticolo idrografico molto complesso, composto sia da corsi d'acqua naturali (interferenze idrografiche principali e secondarie) sia da numerosi canali artificiali di bonifica che assicurano l'allontanamento delle acque dalle campagne. I canali artificiali sono perlopiù pensili ed assicurano il drenaggio delle acque alte mentre una fitta rete di fossi secondari e minori, posti al livello del piano campagna, assicurano il drenaggio delle acque basse competenti alle aree maggiormente depresse. Parecchi corsi d'acqua di origine naturale presenti nella zona si presentano, oggi, fortemente artificializzati e pensili, con i problemi che ne derivano sia per i manufatti di attraversamento (altezze delle strutture, luce libera, franchi) sia per il recapito a gravità delle acque derivanti dal drenaggio del corpo stradale (piattaforma e scarpate). Complessivamente il territorio è molto antropizzato e molti corsi d'acqua ricevono scarichi indiscriminati, tanto autorizzati che no, sia di acque bianche che di acque miste o nere, provenienti da insediamenti civili ma anche industriali; in contrapposizione agli scarichi si registrano, soprattutto fra Prato Ovest e Pistoia, numerosi prelievi di acque superficiali utilizzati per l'irrigazione dei vivai, ampiamente diffusi in questo tratto.

Di seguito vengono sinteticamente descritte le zone maggiormente interessate da interventi e lavorazioni potenzialmente interferenti con le acque superficiali e che saranno oggetto di monitoraggio ambientale (in ordine procedendo da Firenze verso Pistoia):

#### Canale Lumino e Rio secondario

Il canale Lumino ed il rio secondario vicino si trovano nella piana di Sesto Fiorentino nell'area denominata Pantano. Si tratta di piccoli canali in cui, durante la fase di corso d'opera, confluiranno le acque dei cantieri CO01 e CO02.

#### Torrente Marina

Il Marina è un torrente della provincia di Firenze, affluente del fiume Bisenzio, lungo complessivamente 13 Km, di cui 10 si snodano nel comune di Calenzano e 3 in quello di Campi Bisenzio.

Il Marina si forma dalla confluenza di diversi ruscelli che scendono dal Monte Maggiore e percorrendo la sua valle, compresa tra i Monti della Calvana ed il Monte Morello, riceve le acque di numerosi torrentelli minori come il Fosso di Secciano, il Fosso di Torri e la Marinella di Legri.

Attraversati i centri abitati di Carraia, de La Chiusa e di Calenzano, il Marina entra nel territorio comunale di Campi Bisenzio in località Le Prata, riceve le acque del Garille Nuovo e confluisce nel Bisenzio nei pressi della località di Fornello.

### Fiume Bisenzio

Il Fiume Bisenzio è il corso d'acqua più significativo nel tratto Firenze – Pistoia ed è affluente di destra del fiume Arno (vi confluisce nel comune di Signa) ed è lungo circa 49 km. Le acque del Bisenzio sono state storicamente utilizzate dall'industria tessile pratese, attraverso un'articolate rete di canali che prende origine nella parte nord del comune di Prato. Il Bisenzio attraversa l'autostrada A11 al chilometro 8+366 e, più a sud riceve le acque dei torrenti Marinella e Marina, che a loro volta attraversano l'autostrada ai chilometri 7+201 e 5+950. In generale, nonostante attraversi il distretto industriale tessile la qualità delle acque è, salvo la stazione finale prima della confluenze nell'Arno, buona o sufficiente, sia in relazione alla buona capacità autodepurativa che alla presenza di un sistema di depurazione centralizzato delle acque reflue urbane esteso ed efficiente, i cui impianti principali riversano gli scarichi depurati nel bacino dell'Ombrone. In generale, non si rilevano in sostanza condizioni di eutrofizzazione. A causa del suo regime torrentizio, il Bisenzio ha da sempre provocato allagamenti ed inondazioni, soprattutto nel suo tratto in pianura. Solo nel XX secolo si sono avute tre alluvioni disastrose: nel 1926 (Campi Bisenzio); il 4 novembre 1966 (Campi Bisenzio e Signa) e nel 1991 (Campi Bisenzio).

### Fosso Bardena (Torrente Bagnolo)

Il Fosso Bardena (detto anche Torrente Bagnolo) è un affluente di sinistra del Torrente Ombrone Pistoiese lungo circa 15 km che si snoda interamente all'interno del Comune di Prato; ha un regime spiccatamente torrentizio, con piene nei mesi invernali e periodi di secca nella stagione estiva. Il torrente nasce sulle prime pendici delle colline della Val di Bisenzio e scende poi fino all'abitato di Figline di Prato, per dirigersi ancor più a valle fino alla frazione di Maliseti; da qui il corso d'acqua ha un andamento rettilineo in direzione sud-ovest, lambisce le frazioni di Galciana e Casale, attraversa lolo per poi immettersi nell'Ombrone Pistoiese. Il Comune di Prato ha effettuato diverse opere di regimentazione del corso d'acqua, al fine di evitare quelle esondazioni che in passato, specie nei primi anni Novanta, hanno causato diversi problemi alla popolazione locale.

### Torrente Calice

Il Torrente Calice è un torrente lungo circa 3 chilometri (ma con una buona portata liquida), affluente di sinistra dell'Ombrone Pistoiese. Nasce dall'unione del torrente Agna, del torrente Bure e del torrente Brana. Scorre per circa 2 chilometri nel Comune di Prato e per il restante tratto nei Comuni di Montemurlo, Agliana e Quarrata. Nella notte del 25 dicembre 2009, vicino al Ponte dei Bini il torrente Calice ha rotto un tratto (circa 30 metri) del suo argine sinistro provocando l'allagamento dell'area che va dall'altezza dell'autostrada A11 a nord fino alla cassa di espansione di Ponte alle Vanne a sud.

### Torrente Brana

Il Torrente Brana nasce dal Poggio dell'Orso, nei boschi montani del Comune di Pistoia e scende ripido verso la città di Pistoia, costeggiandone le antiche mura per poi ricevere, in corrispondenza del cimitero cittadino, le acque del Rio Diecine. Successivamente il T.Brana attraversa la piana pistoiese, lambendo i numerosi vivai della campagna circostante. Verso Badia a Pacciana, riceve le acque del torrente Acqualunga; quindi, attraversato il comune di Agliana, penetra nel territorio pratese dove, riunito con i torrenti Bure e Agna, forma il

torrente Calice, una sorta di collettore fluviale che distribuisce queste acque nell'Ombrone Pistoiese, in località "Bocca di Calice". La Brana ha, in prevalenza, un regime torrentizio, scendendo dalla montagna e superando ampi dislivelli. Tuttavia, la sua portata è, di solito, costante anche in estate, mentre in autunno crea piene piuttosto preoccupanti, soprattutto per i territori della piana attraversati dal torrente. Superata Pistoia, la Brana modera la sua pendenza e scorre lenta verso Prato. Il suo percorso è di km 24 e rappresenta, per bacino e lunghezza, il più importante affluente dell'Ombrone Pistoiese. Le sue acque, giunte nella città di Pistoia, sono inquinate in modo irreparabile e indiscriminato. Inoltre, nei pressi di Agliana, il torrente subisce anche un prelievo eccessivo di acque da parte dei vivaisti della zona, impoverendo, così, il suo deflusso di base.

### Fosso Brusigliano

Il fosso Brusigliano è un immissario del torrente Ombrone in cui affluisce in sinistra idraulica all'altezza della località Castello di Capecchi in comune di Pisa. Quello che è assai probabile è che il torrente Brusigliano altro non fosse che il primitivo alveo del torrente Ombrone: in un documento dell'XI secolo viene citato un ponte che attraversa il Brusigliano stesso e che dà il nome alla zona, da cui si deduce che il ponte dovesse avere una notevole importanza, e che doveva essere a cavallo di un torrente molto più significativo dell'attuale corso del Brusigliano. Tale corso d'acqua sarà interessato dalle opere autostradali; più precisamente in alcuni tratti il suo corso verrà deviato e saranno previsti i rivestimenti nel nuovo tracciato.

Di seguito si riporta l'elenco dei corsi d'acqua principali, la loro progressiva di intersezione con l'A11 ed i Consorzi di Bonifica su di essi competenti.

Corso d'acqua principale	Progressiva (km)	Consorzio competente
torrente Marina	5+950	Consorzio di Bonifica Area Fiorentina
fiume Bisenzio	8+366	Consorzio di Bonifica Area Fiorentina/Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
fosso Ficarello	17+165	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
torrente Bagnolo Bardena	17+653	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
torrente Calice	18+133	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio
torrente Brana	20+860	Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese e Bisenzio

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: **A11-FP-FI-SU-BI-01**

**A11** = A11 – Autostrada Firenze –Pisa Nord

**FP** = Tratta Firenze - Pistoia

**FI** = codice del comune di appartenenza;

FI = Firenze;

SF = Sesto Fiorentino;

CB = Campi Bisenzio;

PO = Prato;

AG = Agliana;

PI = Pistoia;

PN = Pieve a Nievoli

MO = Monsummano

**SU** = componente ambientale (SU: Acque superficiali);

**BI** = individuazione punto di misura: “Fiume Bisenzio”

BI = Fiume Bisenzio;

MA = Torrente Marina;

FI = Fosso Ficarello;

BA = Torrente Bagnolo;

CA = Torrente Calice;

BR = Torrente Brana;

RS = Rio Secondario;

CL = Canale Lumino;

BU = Fosso Brusigliano;

SE = Fosso della Settola;

CI = Fosso Calicino;

IO = Torrente Iolo;

CE = Fosso del Ciliegio;

ML = Torrente Marinella;

GA = Torrente Garille;

CV = Canale Vecchio Garille;

AL = Gora dell’Acqua Lunga;

GN = Gora Gaina;

RI = Gora Rigagnolo;

FR = Fosso Reale;

AB = Collettore Sinistro Acque Basso

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

Le tabelle seguenti 7.1 e 7.2 riportano l’elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A11-FP-SF-SU-RS-01	Rio secondario monte	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-RS-02	Rio secondario valle	Sesto Fiorentino

Stazione	Denominazione	Comune
A11-FP-SF-SU-CL-03	Canale Lumino monte	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-CL-04	Canale Lumino valle	Sesto Fiorentino
A11-FP-CB-SU-MA-05	Torrente Marina monte	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-MA-06	Torrente Marina valle	Campi Bisenzio
A11-FP-PO-SU-BI-07	Fiume Bisenzio monte	Prato
A11-FP-CB-SU-BI-08	Fiume Bisenzio valle	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-CE-26	Fosso del Ciliegio monte	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-CE-27	Fosso del Ciliegio valle	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-ML-28	Torrente Marinella monte	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-ML-29	Torrente Marinella valle	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-GA-30	Torrente Garille monte	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-GA-31	Torrente Garille valle	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-CV-32	Canale Vecchio Garille monte	Campi Bisenzio
A11-FP-CB-SU-CV-33	Canale Vecchio Garille valle	Campi Bisenzio
A11-FP-SF-SU-AL-34	Gora dell'Acqua Lunga monte	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-AL-35	Gora dell'Acqua Lunga valle	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-GN-36	Gora Gaine o Gavine monte	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-GN-37	Gora Gaine o Gavine valle	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-RI-38	Gora di Sesto o Rigognolo monte	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-RI-39	Gora di Sesto o Rigognolo valle	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-FR-40	Fosso Reale monte	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-FR-41	Fosso Reale valle	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-AB-42	Collettore Sinistro Acque Basso monte	Sesto Fiorentino
A11-FP-SF-SU-AB-43	Collettore Sinistro Acque Basso valle	Sesto Fiorentino

Tabella 7.1 – Elenco stazioni di monitoraggio Lotto 1

Stazione	Denominazione	Comune
A11-FP-PO-SU-FI-09	Fosso Ficarello monte	Prato
A11-FP-PO-SU-FI-10	Fosso Ficarello valle	Prato
A11-FP-PO-SU-BA-11	Torrente Bagnolo monte	Prato
A11-FP-PO-SU-BA-12	Torrente Bagnolo valle	Prato
A11-FP-PO-SU-CA-13	Torrente Calice monte	Prato
A11-FP-PO-SU-CA-14	Torrente Calice valle	Prato
A11-FP-AG-SU-BR-15	Torrente Brana monte	Agliaiana
A11-FP-AG-SU-BR-16	Torrente Brana valle	Agliaiana
A11-FP-PI-SU-BU-17	Fosso Brusigliano	Pisa
A11-FP-PI-SU-BU-18	Fosso Brusigliano	Pisa
A11-FP-PI-SU-BU-19	Fosso Brusigliano	Pisa
A11-FP-AG-SU-SE-20	Fosso della Settola monte	Agliaiana
A11-FP-AG-SU-SE-21	Fosso della Settola valle	Agliaiana
A11-FP-PO-SU-CI-22	Fosso Calicino monte	Prato
A11-FP-PO-SU-CI-23	Fosso Calicino valle	Prato
A11-FP-PO-SU-IO-24	Torrente Iolo monte	Prato
A11-FP-PO-SU-IO-25	Torrente Iolo valle	Prato



Tabella 7.2 – Elenco stazioni di monitoraggio Lotto 2

I parametri di misura comprendono un set standard (A1+A2) contenente le indagini quantitative e i parametri chimico fisici, un set contenente parametri chimici specialistici (A3), un set riguardante i parametri biologici o di origine antropica (A4), un set relativo al monitoraggio del macrobenthos denominato MacrOper (A6), un set relativo all'Indice di qualità Morfologica IQM(A7). In tabella 8 si riporta il dettaglio dei parametri contenuti nei vari set:

<b>CODICE SET FUNZIONALE</b>	<b>CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO</b>
A1	Q – Misura correntometrica della portata Parametri Idrologico – Idraulici
A2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica O.D. – Ossigeno Disciolto SST – Solidi Sospesi Totali
A3	C.O.D. Idrocarburi totali Cromo totale Nichel Zinco Cadmio Cloruri Solfati Calcio Alluminio
A3bis	SST – Solidi Sospesi Totali Idrocarburi totali Cloruri Solfati Ammoniaca Nitriti Nitrati BOD5
A4	Escherichia Coli Ammoniaca Nitriti Nitrati BOD5 IPA
A5 (sedimenti)	Nichel Cromo Cadmio Rame Zinco IPA Idrocarburi C>12
A6	MacrOper Indice STAR_ICMi
A7	I.Q.M. – Indice di Qualità Morfologica

Tabella 8 - Parametri di monitoraggio

### SET A1 – A2

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.

In riferimento alla prescrizione del Dec. Via relativa al pH si fa presente che questo parametro appartenente al SET A2 viene monitorato con la stessa frequenza e contemporaneamente al set A3.

#### SET A3 – A3bis – A4 – A5

I parametri dei set A3, 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; il set A3bis è stato invece pensato per il monitoraggio degli scarichi idrici dei cantieri CO01 e CO02 e dei relativi corpi idrici recettori.

#### SET A6

In questo set di parametri rientra la determinazione dell'indice STAR\_ICMi (Metodo MacrOper), basato su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale rilievo, 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 A7

Il set A7 prevede la determinazione dell'Indice di Qualità Morfologica (I.Q.M.); si tratta di un metodo di valutazione dello stato di salute ecologica degli ambienti fluviali, basato sull'integrazione di rilievi sul terreno ed interpretazione di immagini telerilevate, è strutturato in tre fasi: inquadramento e suddivisione in tratti del corso d'acqua; valutazione dello stato attuale; monitoraggio. La suddivisione iniziale in tratti si basa principalmente sulle condizioni fisiche del bacino, il grado di confinamento del corso d'acqua e la morfologia dell'alveo. La valutazione delle condizioni attuali viene realizzata attraverso l'uso di una serie di schede che consentono un'analisi guidata dei seguenti aspetti: (a) continuità (longitudinale e laterale) del corso d'acqua; (b) configurazione morfologica dell'alveo; (c) configurazione della sezione; (d) struttura e substrato del fondo; (e) vegetazione nella fascia perifluviale. I precedenti aspetti vengono analizzati relativamente alle tre seguenti componenti: (1) funzionalità geomorfologica; (2) artificialità; (3) variazioni morfologiche. Viene utilizzato un sistema a punteggi per ottenere un Indice di Alterazione Morfologica (IAM) e un Indice di Qualità Morfologica (IQM), in base ai quali classificare il tratto in esame del corso d'acqua. La fase di monitoraggio consente di valutare il mantenimento, o le eventuali variazioni, delle attuali condizioni morfologiche.

Si riportano di seguito 2 tabelle 9.1 e 9.2 contenenti il dettaglio dei set funzionali previsti per ogni corso d'acqua.

Stazione	Denominazione	Set di Misure
A11-FP-SF-SU-RS-01	Rio secondario monte	A3bis
A11-FP-SF-SU-RS-02	Rio secondario valle	A3bis
A11-FP-SF-SU-CL-03	Canale Lumino monte	A3bis
A11-FP-SF-SU-CL-04	Canale Lumino valle	A3bis
A11-FP-CB-SU-MA-05	Torrente Marina monte	A1+A2+A3+A5+A6+A7*
A11-FP-CB-SU-MA-06	Torrente Marina valle	A1+A2+A3+A5+A6+A7*
A11-FP-PO-SU-BI-07	Fiume Bisenzio monte	A1+A2+A3+A5+A6+A7*
A11-FP-CB-SU-BI-08	Fiume Bisenzio valle	A1+A2+A3+A5+A6+A7*

A11-FP-CB-SU-CE-26	Fosso del Ciliegio monte	A2+A3
A11-FP-CB-SU-CE-27	Fosso del Ciliegio valle	A2+A3
A11-FP-CB-SU-ML-28	Torrente Marinella monte	A2+A3
A11-FP-CB-SU-ML-29	Torrente Marinella valle	A2+A3
A11-FP-CB-SU-GA-30	Torrente Garille monte	A2+A3
A11-FP-CB-SU-GA-31	Torrente Garille valle	A2+A3
A11-FP-CB-SU-CV-32	Canale Vecchio Garille monte	A2+A3
A11-FP-CB-SU-CV-33	Canale Vecchio Garille valle	A2+A3
A11-FP-SF-SU-AL-34	Gora dell'Acqua Lunga monte	A2+A3
A11-FP-SF-SU-AL-35	Gora dell'Acqua Lunga valle	A2+A3
A11-FP-SF-SU-GN-36	Gora Gaine o Gavine monte	A2+A3
A11-FP-SF-SU-GN-37	Gora Gaine o Gavine valle	A2+A3
A11-FP-SF-SU-RI-38	Gora di Sesto o Rigognolo monte	A2+A3
A11-FP-SF-SU-RI-39	Gora di Sesto o Rigognolo valle	A2+A3
A11-FP-SF-SU-FR-40	Fosso Reale monte	A2+A3
A11-FP-SF-SU-FR-41	Fosso Reale valle	A2+A3
A11-FP-SF-SU-AB-42	Collettore Sinistro Acque Basso monte	A2+A3
A11-FP-SF-SU-AB-43	Collettore Sinistro Acque Basso valle	A2+A3

\* il set A7 è riferito al corso d'acqua e non alla singola sezione

Tabella 9.1 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali Lotto 1

Stazione	Denominazione	Set di Misure
A11-FP-PO-SU-FI-09	Fosso Ficarello monte	A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7*
A11-FP-PO-SU-FI-10	Fosso Ficarello valle	A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7*
A11-FP-PO-SU-BA-11	Torrente Bagnolo monte	A1+A2+A3+A6+A7*
A11-FP-PO-SU-BA-12	Torrente Bagnolo valle	A1+A2+A3+A6+A7*
A11-FP-PO-SU-CA-13	Torrente Calice monte	A1+A2+A3+A5+A6+A7*
A11-FP-PO-SU-CA-14	Torrente Calice valle	A1+A2+A3+A5+A6+A7*
A11-FP-AG-SU-BR-15	Torrente Brana monte	A1+A2+A3+A6+A7*
A11-FP-AG-SU-BR-16	Torrente Brana valle	A1+A2+A3+A6+A7*
A11-FP-PI-SU-BU-17	Fosso Brusigliano	A1+A2+A3+A7*

A11-FP-PI-SU-BU-18	Fosso Brusigliano	A1+A2+A3+A7*
A11-FP-PI-SU-BU-19	Fosso Brusigliano	A1+A2+A3+A7*
A11-FP-AG-SU-SE-20	Fosso della Settola monte	A2+A3
A11-FP-AG-SU-SE-21	Fosso della Settola valle	A2+A3
A11-FP-PO-SU-CI-22	Fosso Calicino monte	A2+A3
A11-FP-PO-SU-CI-23	Fosso Calicino valle	A2+A3
A11-FP-PO-SU-IO-24	Torrente lolo monte	A2+A3
A11-FP-PO-SU-IO-25	Torrente lolo valle	A2+A3

\* il set A7 è riferito al corso d'acqua e non alla singola sezione

Tabella 9.2 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali Lotto 2

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.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
A1, A2	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A3, A4, A5	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A3bis	Trimestrale	Trimestrale	-
A6	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A7	Annuale	Annuale	Annuale

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

### Monitoraggio in continuo

Il PMA prevederà l'utilizzo di strumentazione in continuo in corrispondenza di alcuni dei siti monitorati a valle dei cantieri. L'installazione, l'allestimento e l'ubicazione di tale strumentazione potrà essere stabilita in fase di ante operam dopo aver valutato il regime idraulico dei corsi d'acqua. L'ubicazione della strumentazione sarà prevalentemente a valle delle aree di cantiere a maggior rischio di interazione con i corsi d'acqua. I rilievi daranno eseguiti solo per il solo periodo dei lavori o durante l'esecuzione delle attività a rischio e ove il regime di portate lo consenta. I parametri misurati saranno i seguenti:

- pH;
- conducibilità;
- Temperatura;
- Torbidità.

### **4.2.2. Acque Sotterranee**

Per le acque sotterranee il monitoraggio ambientale assume l'obiettivo specifico di verificare le condizioni idrologiche e la qualità delle acque di falda al fine di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative, determinate dalla realizzazione dell'infrastruttura in progetto, sugli equilibri idrogeologici delle aree attraversate dall'infrastruttura stessa.

A tal fine è stato quindi necessario esaminare le tipologie di opere previste nel progetto stradale in esame, l'ubicazione e le caratteristiche delle aree di cantiere ed i loro potenziali impatti sulla componente ambientale considerata.

L'eventualità di contaminazione delle falde idriche ad opera di ipotetici inquinanti va riferita, essenzialmente, all'ipotesi di sversamento accidentale di sostanze inquinanti, al raggiungimento della falda in occasione di lavorazioni profonde.

Il rischio maggiore per le acque sotterranee si riferisce, come già accennato, alle lavorazioni profonde e a tutte le operazioni di consolidamento dei terreni per mezzo di immissione di sostanze nel terreno e di scavi profondi.

In particolare i parametri caratterizzanti l'acquifero da monitorare sono quelli fisici (livello piezometrico) oltre a quelli chimici.

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: **A11-FP-FI SO-PP-01**

**A11** = A11 – Autostrada Firenze –Pisa Nord

**FP** = Tratta Firenze - Pistoia

**FI** = codice del comune di appartenenza;

CB = Campi Bisenzio;

PO = Prato;

PI = Pistoia;

MO = Monsummano

**SO** = componente ambientale (SO: Acque sotterranee);

**PP** = Tipologia punto di misura (PP pozzo privato)

PP = Pozzo privato;

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio

Le tabelle 11.1 e 11.2 riportano l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A11-FP-CB- SO-PP-081	Pozzo cod provincia 12036081	Campi Bisenzio
A11-FP-CB- SO-PP-082	Pozzo cod provincia 12027082	Campi Bisenzio
A11-FP-CB- SO-PP-909	Pozzo cod provincia 12013909	Campi Bisenzio
A11-FP-CB- SO-PP-566	Pozzo cod provincia 12032566	Campi Bisenzio
A11-FP-PO- SO-PP-325	Pozzo cod provincia 18002325	Prato

Tabella 11.1 – Elenco stazioni di monitoraggio Lotto 1

Stazione	Denominazione	Comune
A11-FP-PO- SO-PP-926	Pozzo cod provincia 18001926	Prato
A11-FP-PO- SO-PP-416	Pozzo cod provincia 18001416	Prato
A11-FP-PO- SO-PP-235	Pozzo cod provincia 18002235	Prato
A11-FP-PO- SO-PP-825	Pozzo cod provincia 18000825	Prato
A11-FP-PO- SO-PP-137	Pozzo cod provincia 18001137	Prato
A11-FP-PO- SO-PP-147	Pozzo cod provincia 18000147	Prato
A11-FP-PO- SO-PP-439	Pozzo cod provincia 18001439	Prato
A11-FP-PO- SO-PP-214	Pozzo cod provincia 18002147	Prato
A11-FP-PT- SO-PP-284	Pozzo cod provincia 19100284	Pistoia
A11-FP-PT- SO-PP-237	Pozzo cod provincia 19100237	Pistoia

Tabella 11.2 – Elenco stazioni di monitoraggio Lotto 2

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 aggiuntivi (B3) 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	Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri Idrocarburi totali

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 sotterraneo (contatto con i materiali di rivestimento, dilavamento conglomerato cementizio...); fornirà inoltre una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A11-FP-CB- SO-PP-081	Pozzo cod provincia 12036081	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-CB- SO-PP-082	Pozzo cod provincia 12027082	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-CB- SO-PP-909	Pozzo cod provincia 12013909	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-CB- SO-PP-566	Pozzo cod provincia 12032566	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PO- SO-PP-325	Pozzo cod provincia 18002325	B1 (LP)+B2+B3

Tabella 13.1 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali Lotto 1

Stazione	Denominazione	Set di misure
A11-FP-PO- SO-PP-926	Pozzo cod provincia 18001926	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PO- SO-PP-416	Pozzo cod provincia 18001416	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PO- SO-PP-235	Pozzo cod provincia 18002235	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PO- SO-PP-825	Pozzo cod provincia 18000825	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PO- SO-PP-137	Pozzo cod provincia 18001137	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PO- SO-PP-147	Pozzo cod provincia 18000147	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PO- SO-PP-439	Pozzo cod provincia 18001439	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PO- SO-PP-214	Pozzo cod provincia 18002147	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PT- SO-PP-284	Pozzo cod provincia 19100284	B1 (LP)+B2+B3
A11-FP-PT- SO-PP-237	Pozzo cod provincia 19100237	B1 (LP)+B2+B3

Tabella 13.2 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali Lotto 2

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	mensile	mensile	Mensile
B3	trimestrale	trimestrale	trimestrale

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

### 4.3. Settore naturale

#### 4.3.1.Fauna

Le misure di ante, 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 allegata e nella Tabella 15.

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

Codice completo: **A11- FP- SF - NA- FN- 01**

**A11** = A11 – Autostrada Firenze –Pisa Nord

**FP** = Tratta Firenze - Pistoia

**FI** = codice del comune di appartenenza;

FI = Firenze;

SF = Sesto Fiorentino;

CB = Campi Bisenzio;

PO = Prato;

AG = Agliana;

PI = Pistoia;

PN = Pieve a Nievoli

MO = Monsummano

**NA** = Naturale

**FN** = Metodica di monitoraggio

FA = Censimento Avifauna

FN = Censimento Anfibi

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio.



IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO PER ANNO						NOTE
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN	
A11-FP-SF-NA-FN-01	Fosso Reale - Torrente Rimaggio		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-SF-NA-FA-02	Pantano	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-SF-NA-FN-02	Pantano		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-SF-NA-FA-03	Querciola	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-SF-NA-FN-03	Querciola		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-SF-NA-FA-04	Focognano	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-SF-NA-FN-04	Focognano		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-SF-NA-FN-05	Gora acqua lunga		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-CB-NA-FA-06	Garille	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-CB-NA-FN-06	Garille		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-CB-NA-FA-07	Marina	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-CB-NA-FN-07	Marina		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-CB-NA-FA-08	Marinella	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-CB-NA-FN-08	Marinella		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-CB-NA-FA-09	Bisenzio	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-CB-NA-FN-09	Bisenzio		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>35</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	

Tabella 15.1 - Piano delle misure da effettuare – Fauna –Lotto 1

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO PER ANNO						NOTE
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN	
A11-FP-PO-NA-FN-10	Bagnolo		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-PO-NA-FN-11	Calice		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-AG-NA-FA-12	Lago di Muccaia	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-AG-NA-FA-13	Brana	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
A11-FP-AG-NA-FN-13	Brana		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 40 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>10</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	

Tabella 15.2 - Piano delle misure da effettuare – Fauna –Lotto 2

Inoltre dovrà essere eseguita a cadenza trimestrale e per ogni fase di monitoraggio una campagna di rilievo comprendente l'osservazione di dieci passaggi ecologici da individuare in seguito a sopralluoghi ed alla consultazione di documentazione specifica. Nel complesso le campagne dovranno essere così articolate: 4 per la fase di ante operam, 16 per la fase di corso d'opera e 4 per la fase di post operam.

#### 4.3.2. Vegetazione

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie 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.

Codice completo: **A11- FP- SF - NA- E11- 01**

**A11** = A11 – Autostrada Firenze –Pisa Nord

**FP** = Tratta Firenze - Pistoia

**FI** = codice del comune di appartenenza;

FI = Firenze;

SF = Sesto Fiorentino;

CB = Campi Bisenzio;

PO = Prato;

AG = Agliana;

PI = Pistoia;

PN = Pieve a Nievoli;

MO = Monsummano.

**NA** = Naturale

**E11** = Metodica di monitoraggio

E11 = Rilievi biometrici e percentuale di attecchimento.

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO PER ANNO			NOTE
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post operam	
Codice	Denominazione	E11	E11	E11	
A11-FP-SF-NA-E11-01	CO01			2	
A11-FP-SF-NA-E11-02	CO02			2	

Tabella 16.1 - Piano delle misure da effettuare – Vegetazione – Lotto 1

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO PER ANNO			NOTE
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post operam	
Codice	Denominazione	E11	E11	E11	
A11-FP-SF-NA-E11-03	CB01			2	
A11-FP-SF-NA-E11-04	CO03			2	

Tabella 16.2 - Piano delle misure da effettuare – Vegetazione – Lotto 2

## 4.4. Settore Assetto fisico del Territorio

### 4.4.1. Monitoraggio Topografico

Il progetto dello svincolo terminale della autostrada A11 Firenze – Pisa Nord in Firenze, denominato “Svincolo di Peretola” si riferisce ad una iniziativa compresa nell’accordo di risistemazione degli assi di penetrazione a Firenze stipulata da Autostrade per l’Italia, nell’ambito dei lavori di ampliamento della terza corsia tra Barberino di Mugello e Incisa Valdarno.

L’obiettivo dell’infrastruttura è quello di interconnettere in modo fluido e senza interferenze i principali flussi di traffico confluenti nel nodo, assorbendo traffici primari che oggi impropriamente percorrono viabilità secondarie, o addirittura locali, aumentando, nel contempo, la capacità di ricevere e smistare in particolare i flussi maggiori da/per l’Autostrada A11 e da/per Viadotto dell’Indiano. In tal senso si è proceduto alla realizzazione di nuovi assi viari e alla razionalizzazione dei percorsi esistenti cercando, trattandosi di una zona fortemente urbanizzata, di limitare al massimo il consumo di

territorio utilizzando, ove possibile, porzioni di viabilità esistenti, sia pure con gli adeguamenti necessari.

Individuazione dei siti di monitoraggio

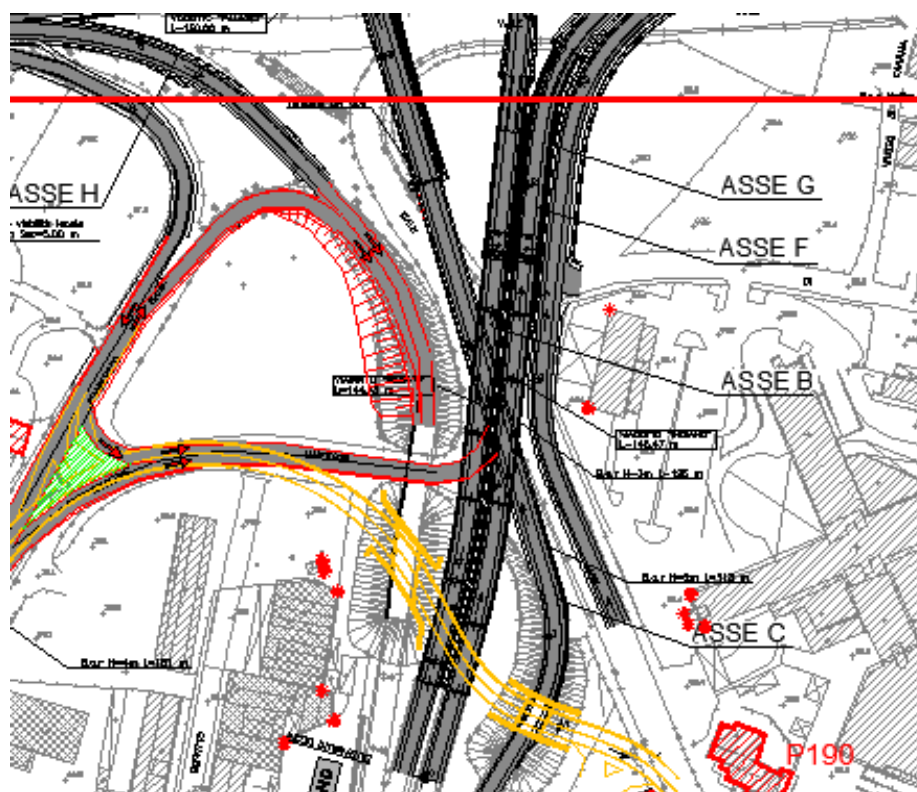
Nel piano di monitoraggio del settore Assetto Fisico del Territorio viene considerato il settore del tracciato autostradale ove vi sia la presenza di ricettori sensibili (strutture abitative o strutture viarie esistenti). I siti ricadono tutti nel lotto 1- Adeguamento del nodo di Peretola e ampliamento alla terza corsia fino a pk km 9+850.

Durante la realizzazione dei lavori relativi allo svincolo di Peretola, sono previste le attività di monitoraggio finalizzate a valutare eventuali cedimenti indotti (e conseguenti danni) sui recettori sensibili posti all'interno o in prossimità delle fasce d'influenza dei lavori, mediante miniprismi sugli edifici , fessurimetri vibrografi ed inclinometri installati in prossimità dei fabbricati. Nel caso in cui vi fossero grandi sbancamenti o particolari lavorazioni (vedi paratie di micropali o pali) per la realizzazione delle fondazioni delle barriere acustiche, si provvederà ad integrare il monitoraggio topografico sugli edifici limitrofi alle lavorazioni.

I siti da monitorare, individuati lungo gli assi viari di progetto, sono pertanto i seguenti (i punti di monitoraggio sono contrassegnati con asterisco rosso):

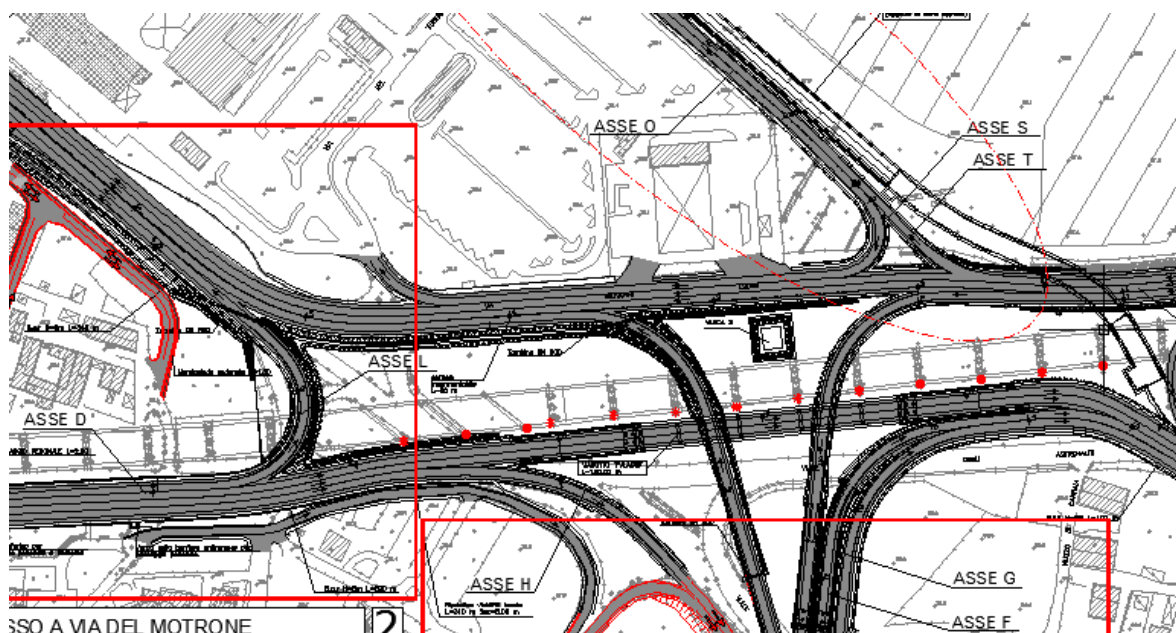
**ASSE B-F**

Controllo di fabbricati potenzialmente interessati dagli scavi e dalle vibrazioni indotte dalla realizzazione delle fondazioni delle pile e delle spalle del viadotto all'indiano.



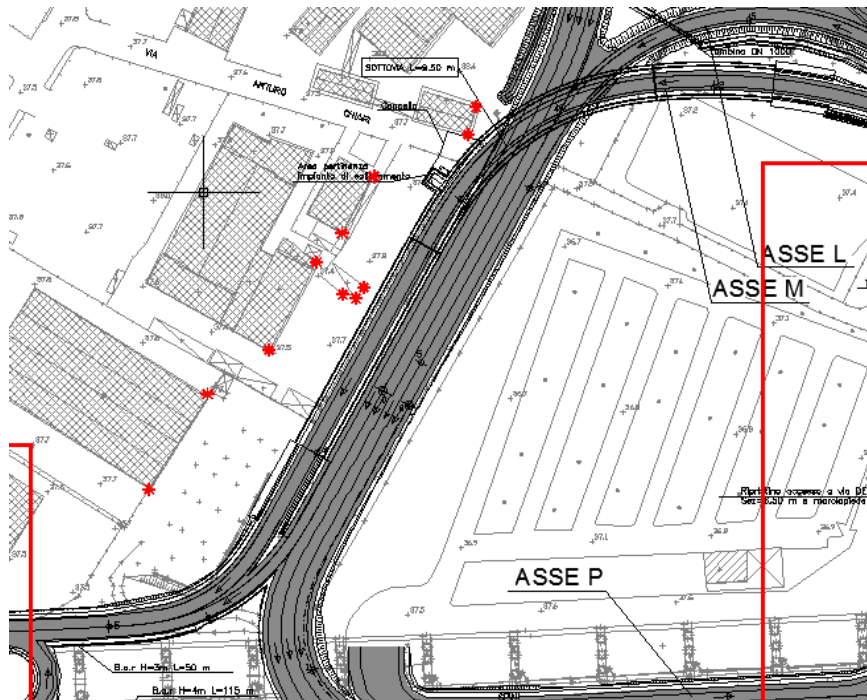
**ASSE D:**

Controllo del viadotto ferroviario interessato dagli scavi delle fondazioni delle spalle, delle pile del viadotto e dei lunghi muri andatori volti ad eliminare il rilevato di approccio alle spalle del viadotto Palagio.



**ASSE M:**

Controllo di alcuni capannoni e uffici prospicienti alla realizzazione dei diaframmi del sottovia di progetto.



Indicativamente si prevedono le frequenze seguenti, da variare in funzione dei primi risultati acquisiti, a seguito dell'inizio delle attività ritenute critiche e del comportamento delle opere osservato:

- fase di ante operam

Quattro letture, comprensive della lettura di zero, prima dell'inizio dei lavori delle attività realizzative.

- fase di corso d'opera

La frequenza dei rilievi è individuata in uno ogni quindici giorni.

Tale frequenza è puramente indicativa e potrà essere variata in funzione delle criticità riscontrate durante le fasi realizzative dell'opera prevedendo una diversa distribuzione temporale del numero di rilievi previsti. Si potrà ad esempio prevedere un rilievo ogni settimana ed in condizioni di particolare criticità, anche giornaliero per poi passare ad una frequenza minore nelle restanti fasi (ad es. 1 rilievo al mese).

- fase di post operam

Un rilievo ogni mese per il primo anno successivo alla realizzazione dell'opera sensibile.

Modifiche nelle frequenze di lettura potranno essere apportate, sulla base dei valori di spostamento rilevati o su segnalazione della DL.

## 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. Definizioni soglie monitoraggio ambientale**

Al fine di tutelare l'ambiente eventualmente impattato dalle lavorazioni dei cantieri autostradali, oltre ai controlli ordinari, l'attività di monitoraggio ambientale comprende anche la gestione delle criticità ambientali; nell'ambito delle procedure per la gestione di tali criticità svolge quindi un ruolo di primaria importanza la definizione di soglie di attenzione ed attivazione che consentano l'attivazione di procedure di emergenza prima del superamento dei limiti di legge.

Alla luce dell'esperienza maturata per i lavori della Variante di Valico e della terza corsia Barberino di Mugello - Firenze Sud e al contributo fornito su questo tema dall'Osservatorio Ambientale, dai Supporti Tecnici (ARPAT e ARPA) e dal prof. S. Malcevski (Università di Pavia), viene illustrata nel presente documento una proposta per la definizione di soglie di intervento in caso di "eventi anomali" causati dalle attività di cantiere.

In generale nella gestione delle anomalie e delle criticità è necessaria un'accurata valutazione dei dati acquisiti nella fase ante operam e delle eventuali cause esterne alle lavorazioni autostradali. Specifiche valutazioni devono essere effettuate nelle situazioni in cui si registrano valori di ante operam già prossimi ai valori di soglia o addirittura superiori,

al fine di individuare le giuste procedure ed i criteri che consentano di coniugare gli obiettivi di tutela ambientale con la realizzazione delle opere secondo i tempi e le modalità previste.

Si riportano sinteticamente i criteri proposti sulle soglie di azione per il monitoraggio ambientale, nel quale sono individuati tre approcci metodologici per la definizione dei valori di soglia.

#### Definizione delle soglie tramite il criterio C1

Le soglie vengono definite partendo dai riferimenti normativi presenti anche se non strettamente cogenti, si veda ad esempio il settore idrico, dove partendo dalla classificazione delle acque a specifica destinazione d'uso (acque destinate alla vita dei pesci, produzione di acqua potabile, ex 152/99 – sostituita dal 152/06) o in base agli obiettivi di qualità ambientale (ex 152/99, 2000/60/CE e nuovo 152/06) si perveniva alla definizione dei valori di soglia per numerosi parametri.

#### Definizione delle soglie tramite criteri C2 e C3

Nella proposta di soglie vengono individuati alcuni criteri statistici per definire le soglie di azione; il primo criterio (C2) individua una soglia di azione in funzione dei dati di ante operam (soglia di attenzione = media dell'ante operam più 2 volte la deviazione standard, soglia di attenzione così calcolata è pari al 75% del valore di attivazione); il secondo (C3) si basa sul concetto di peggioramento progressivo utilizzando cioè i dati delle ultime cinque campagne di misure (soglia di attenzione = media degli ultimi 5 valori più due volte il valore della deviazione standard; la soglia di attenzione risulta pari al 75% del valore di attivazione).

Pertanto al termine della fase ante operam, 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.

Per quanto riguarda le fibre di amianto verranno rispettate le soglie di preallarme e di allarme previste dal documento INAIL Linee guida generali da adottare durante le attività di bonifica da amianto nei siti da bonificare di interesse nazionale, cioè 1 f/l e 2 ff/l per preallarme ed allarme. In caso di superamento andranno attivate le procedure previste dal DM 06 settembre 1994.

### **5.3. 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 meteorologici);
- 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.

### **5.3.1. Criticità della componente rumore**

Per la gestione delle emergenze della componente rumore verrà attivata una procedura che preveda in caso di segnalazione di disagi pervenuti da Enti di Controllo e/o cittadini le seguenti fasi:

- eseguire un sopralluogo finalizzato a verificare l'effettiva presenza di sorgenti impattanti;
- predisporre ed eseguire misure di verifica entro 72 ore dalla segnalazione da effettuarsi con metodica atta a verificare il rispetto dei limiti di legge;
- comunicare alle autorità competenti (Comitato di Controllo) dei risultati dei rilievi entro 120 ore dalla segnalazione di emergenza;
- riunione del gruppo di crisi, costituito da Spea Monitoraggio, Direzione Lavori e Impresa per analizzare e proporre le soluzioni per risolvere il superamento dei limiti nel caso sia verificato;
- eventuali ulteriori misure di verifica, da effettuarsi sempre con metodica dedicata, per verificare il rispetto dei limiti di legge a seguito dell'installazione delle opere di contenimento del rumore, se necessarie, poste in essere dai responsabili del cantiere.

### 5.3.2. Criticità della componente vibrazioni

Per la gestione delle emergenze della componente vibrazioni, limitatamente alla metodica V1 (valutazione del disturbo alle persone), in tutti i casi di superamento dei limiti di riferimento indicati dalla norma UNI9614 si ritiene opportuno adottare la procedura in base alla quale:

1. sarà verificato, attraverso appositi rilievi che i livelli di vibrazione indotte dalle lavorazioni non abbiano ripercussioni sulle strutture (metodica V2);
2. sarà prodotta una comunicazione ai ricettori interessati, prima dell'inizio delle prossime lavorazioni, nella quale siano evidenziati:
  - ✓ Tipo di lavorazione;
  - ✓ Area interessata;
  - ✓ Orario e durata delle lavorazioni;
  - ✓ Che tali lavorazioni non hanno nessun tipo di ripercussioni sulle abitazioni.

### 5.4. Piano di Controllo delle Disposizioni Speciali per le Imprese

Come richiesto dal DEC VIA, il Piano di Monitoraggio prevede la verifica ed il controllo delle Disposizioni Speciali per le Imprese contenute nel Capitolato Speciale d'Appalto; a questo scopo il Gestore del Monitoraggio provvederà a redigere, all'avvio della fase di corso d'opera, uno specifico Piano di Controllo, che definirà una procedura articolata in tre specifiche fasi:

3. verifica della documentazione relativa alle autorizzazioni di carattere ambientale predisposta dall'Impresa appaltatrice prima dell'avvio della cantierizzazione;
4. verifica dell'attuazione delle indicazioni progettuali relative al layout del cantiere e della conformità con le disposizioni speciali durante la fase realizzativa dell'opera.
5. trasmissione di specifici report periodici agli Enti di Controllo finalizzati alla verifica di ottemperanza delle Disposizioni Speciali.

Nell'ambito di tale Piano particolare attenzione è riservata alla **gestione dell'impatto acustico** prodotto dai cantieri. L'Appaltatore prima dell'apertura di ciascuna area di cantiere e/o di lavoro è tenuto a presentare, come indicato nelle Disposizioni Speciali, la Valutazione di Impatto Acustico dello specifico cantiere; a tale riguardo il Gestore del Monitoraggio, prima dell'avvio delle lavorazioni provvederà, oltre a verificare quanto in precedenza descritto, anche ad eseguire delle misure fonometriche finalizzate al collaudo acustico del cantiere.

In particolare verrà eseguito il collaudo acustico mediante l'applicazione della metodica R5 in precedenza descritta, in modo da verificare la rispondenza dello scenario operativo indicato nella Valutazione di Impatto Acustico consegnata dall'Impresa.

Le misurazioni permetteranno di verificare il rispetto dei limiti di rumorosità fissati dalle norme vigenti in corrispondenza dei ricettori maggiormente impattati nelle condizioni di normale funzionamento del cantiere.

Qualora gli esiti di suddetto collaudo dovessero evidenziare un esubero dei limiti normativi, l'Appaltatore dovrà adottare gli opportuni interventi di mitigazione che saranno oggetto di una successiva verifica mediante la ripetizione della prova di collaudo acustico.

Altri controlli da parte del Gestore del Monitoraggio potranno riguardare aspetti specifici, quali ad esempio misure della qualità delle acque di scarico provenienti dalle attività di cantiere (sia dei campi base dei campi industriali) o la verifica dell'efficienza dei sistemi di impermeabilizzazione e di regimazione delle acque di superficie.

## 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 di Gestione del Monitoraggio Ambientale (SIGMA), 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. Tutti i dati provenienti dalle attività di monitoraggio confluiranno in questo sistema di gestione informatizzato.

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 SIGMA 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 misura e rilievo in situ
- **ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO**
  - Misure strumentali con operatore

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 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.

In particolare il Sistema Informativo di Gestione del Monitoraggio Ambientale servirà ad automatizzare i processi di caricamento e validazione dei dati, a preservare in forma strutturata i dati rilevati, ad estrarre i dati per analisi specialistiche e a supportare la produzione di elaborati che rispettino gli standard Spea e quelli richiesti dalla Committenza e dagli Enti di Controllo.

Il sistema sarà integralmente on-line e basato su tecnologie web; i principali vantaggi di tale scelta sono: informazioni e funzionalità disponibili sempre ed ovunque (basta avere una

connessione internet); accessibili da qualsiasi dispositivo (pc, mac, tablet, smartphone, ecc.); nessun software da installare in locale per la consultazione dei dati (è sufficiente disporre di un comune browser, ormai disponibile gratuitamente su tutti i sistemi operativi).

Il SIGMA consentirà quindi la gestione dei dati attraverso una stretta integrazione fra elementi cartografici, dati alfanumerici descrittivi delle aree di monitoraggio e dati quali - quantitativi provenienti dalle misurazioni periodiche, nonché il confronto di tutti i parametri appartenenti ad un determinato ambito di monitoraggio nel corso del tempo; la peculiarità del sistema sarà quella di essere in grado di ospitare in forma organizzata, senza limitazione alcuna, qualsiasi tipologia di informazione numerica, alfanumerica, grafica o documentale proveniente da attività di monitoraggio del territorio.

Il sistema sarà composto da “motori” di gestione indipendenti, controllati da un modulo principale; queste componenti, denominate “motori”, saranno configurabili dagli utenti (amministratori di sistema) e garantiranno una capacità di adattamento a potenziali nuove esigenze..

I motori saranno dedicati a:

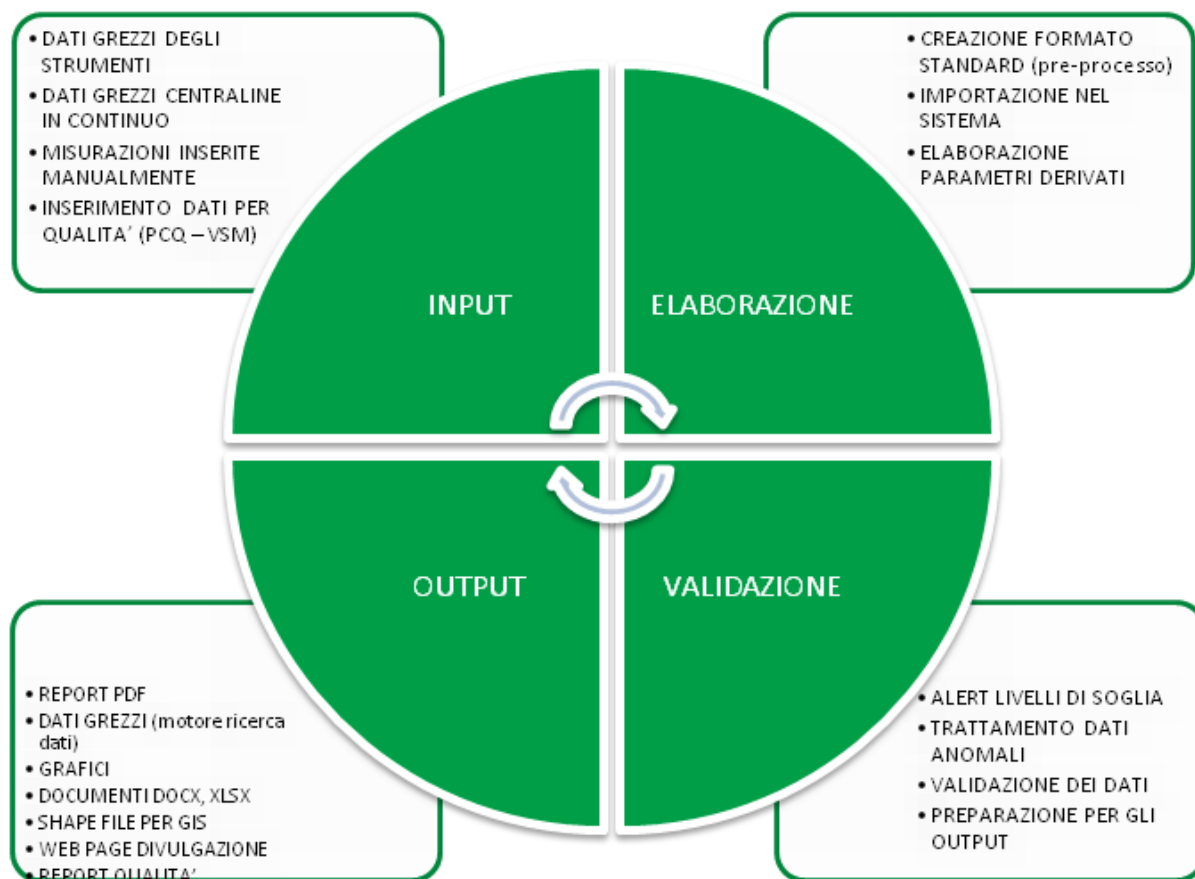
- interfacciamento con l'utente
- importazione dati e pre-elaborazione
- elaborazione/validazione dati
- ricerca e visualizzazione dati
- esportazione dei dati

Diversi livelli di accesso al sistema permetteranno all'utente connesso di accedere alle sole parti di competenza e alle sole funzioni ad esso assegnate (inserimento, validazione, estrazione, ecc.).

Gli utenti amministratori saranno invece in grado di configurare e gestire tutte le componenti del sistema, dalla gestione dei siti di misura alla configurazione dei parametri misurati, dalla grafica degli output all'adozione di una nuova strumentazione, ecc.

Il SIGMA si baserà su quattro componenti funzionali:

1. **INPUT:** funzionalità di importazione automatizzata o semi-automatizzata dei dati provenienti dagli strumenti e inserimento manuale dei dati (reperti di laboratorio, censimenti, ecc).
2. **ELABORAZIONE:** funzionalità (automatizzate e/o manuali) che operano sui dati importati/inseriti consentendo di ricavare dati derivati o aggregati.
3. **VALIDAZIONE:** funzionalità di validazione (automatica e/o manuale) dei dati rispetto a soglie/limiti predefiniti.
4. **OUTPUT:** funzionalità (automatizzate e/o manuali) per ricercare ed estrarre i dati in funzione delle specifiche esigenze e per esportare gli stessi in diversi formati, anche tramite report



I dati potranno essere inseriti nel sistema manualmente dagli utenti abilitati oppure automaticamente. Tramite il sistema sarà possibile associare ogni singolo strumento ad uno degli algoritmi di decodifica predefiniti per la sua successiva importazione automatica.

Una volta importati i dati, SIGMA è in grado di riconoscere automaticamente (grazie ad opportune configurazioni) se l'inserimento effettuato richiede il calcolo di parametri derivati o aggregati (es. indici) che devono diventare essi stessi nuovi parametri da immagazzinare nella base dati.

Il processo di validazione dei dati è basato su due diversi criteri: i valori soglia e la "approvazione" del dato.

I valori soglia sono dei limiti numerici predefiniti a livello di parametro oltrepassati i quali i dati inseriti saranno segnalati agli operatori tramite un sistema di allarme (invio immediato di e-mail/ SMS). I dati che superano i livelli di soglia sono isolati in attesa di un controllo manuale.

I valori soglia di ogni singolo parametro possono essere anche collegati allo spazio (es. sito di misura) e/o al tempo (periodo).

L'"approvazione" del dato è un processo manuale tramite il quale viene confermata la congruità del dato. I dati importati nel sistema non sono disponibili per i successivi trattamenti fino a quando non vengono certificati dagli operatori incaricati.

SIGMA consente la libera interrogazione della base dati attraverso un motore di interrogazione. I dati estratti tramite le query vengono visualizzati a video e possono essere esportati in formati standard per successivi trattamenti o elaborazioni.