

## AUTOSTRADA (A1): MILANO-NAPOLI

### AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA NEL TRATTO INCISA - VALDARNO

#### LOTTO 1

## PROGETTO ESECUTIVO

### DG - DOCUMENTAZIONE GENERALE

### PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

#### Relazione Generale

#### IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Dott. Fabrizio Siliquini  
ESPERTO AMBIENTALE AISA N. 43

#### IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Paola Castiglioni  
Ord. Ingg. Varese N. 2725


#### IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Andrea Tanzi  
Ord. Ingg. Parma N. 1154

Progettazione Infrastrutture

#### CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO					RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod., Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	-		
119941	LL01	PE	DG	PMA	00000	00000	R	MAM	0100	-2	SCALA -		

	PROJECT MANAGER:				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Paola Castiglioni Ord. Ingg. Varese N. 2725								n.	data
	REDATTO:				VERIFICATO:				0	OTTOBRE 2019
									1	LUGLIO 2020
								2	GENNAIO 2021	

#### VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Furio Cruciani

#### VISTO DEL CONCEDENTE



**Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE .....	4
<b>3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>8</b>
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	8
3.2. COMPONENTI AMBIENTALI .....	10
3.2.1. <i>COMPONENTE ATMOSFERA</i> .....	10
3.2.2. <i>COMPONENTE RUMORE</i> .....	12
3.2.3. <i>COMPONENTE VIBRAZIONI</i> .....	13
3.2.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i> .....	14
3.2.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	15
3.2.6. <i>COMPONENTE FAUNA</i> .....	16
3.2.7. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i> .....	17
3.2.8. <i>COMPONENTE ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i> .....	18
3.3. METODICHE DI RILEVAMENTO .....	19
3.3.1. <i>ATMOSFERA</i> .....	19
3.3.2. <i>RUMORE</i> .....	25
3.3.3. <i>VIBRAZIONI</i> .....	36
3.3.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i> .....	42
3.3.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	49
3.3.6. <i>COMPONENTE FAUNA</i> .....	57
3.3.7. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i> .....	59
3.3.8. <i>ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i> .....	61
<b>4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>67</b>
4.1. COMPONENTE ANTROPICA .....	67
4.1.1. <i>ATMOSFERA</i> .....	67
4.1.2. <i>RUMORE</i> .....	69
4.1.3. <i>VIBRAZIONI</i> .....	73
4.2. COMPONENTE IDRICA .....	77
4.2.1. <i>ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI</i> .....	77

4.2.2. ACQUE SOTTERRANEE.....	84
4.3. SETTORE NATURALE.....	88
4.3.1. FAUNA .....	88
4.3.1. VEGETAZIONE .....	89
4.4. SETTORE ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO.....	91
<b>5. ASPETTI ORGANIZZATIVI.....</b>	<b>101</b>
5.1. STRUTTURA OPERATIVA.....	101
5.2. DEFINIZIONI SOGLIE MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	102
5.3. PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ .....	103
5.3.1. CRITICITÀ DELLA COMPONENTE RUMORE.....	104
5.3.2. CRITICITÀ DELLA COMPONENTE VIBRAZIONI .....	105
5.4. PIANO DI CONTROLLO DELLE DISPOSIZIONI SPECIALI PER LE IMPRESE .....	105
<b>6. SISTEMA INFORMATIVO .....</b>	<b>106</b>
6.1. SITO WEB DI CONSULTAZIONE PUBBLICA .....	109

## TAVOLE

- Tav. 1: Corografia generale scala 1:25.000
- Tav. 2-3-4-5: 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 A1 nel tratto **Incisa – Valdarno**, dalla progr. km 317+265 alla progr. km 335+701, per uno sviluppo complessivo pari a 18,4 km circa.

Tale intervento costituisce la continuazione a sud dell'intervento di potenziamento ed ammodernamento dell'A1 nel tratto compreso tra Barberino del Mugello ed Incisa Valdarno.

L'intervento ha inizio alla progr. Km 317+265 in continuità piano – altimetrica con il lotto precedente Firenze Sud – Incisa.

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-2012-0010152** del 27/04/2012) che, richiede l'integrazione del SIA con una proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale.

Il PMA è stato revisionato recependo le prescrizioni della CTVIA (parere n. 1374 del 15/11/2013 parere n.2230 del 24/11/2016), della Regione Toscana (delibera di giunta n. 627 dell'29/07/2013 parere n. 93 del 18/07/2013 parere n. 123 del 07/09/2016) e dell'Autorità di Bacino (all.2 al parere n. 93 del 18/07/2013 - delibera di giunta della Regione Toscana n. 627 dell'29/07/2013). Inoltre tale documento recepisce le prescrizioni di Arpat (rif. FI.01.15.01/86.2 del 17.03.2020) e di Autorità di Bacino del 28.11.2020.

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 A1 Milano – Napoli, nel tratto interessato dall'intervento in oggetto, insiste interamente nel territorio della Regione Toscana attraversando le province di Firenze ed Arezzo. Lungo il suo sviluppo vengono interessati cinque comuni:

- Incisa Valdarno (FI) per il 3% dello sviluppo complessivo;
- Regello (FI) per il 34%;
- Figline Valdarno (FI) per il 30%;
- San Giovanni Valdarno (FI) per il 25%;
- Terranuova Bracciolini (AR) per l'8%.

Il tracciato, che inizia in corrispondenza dello scavalco esistente del fiume Arno, si sviluppa per la maggior parte della sua estensione in stretta adiacenza alla riva destra del fiume stesso. Non si rileva una importante interferenza con i centri abitati sopra citati, considerando che questi si trovano in sponda sinistra Arno, e quindi sul lato opposto rispetto all'A1, ma il tracciato è comunque caratterizzato dall'affiancamento con il fiume Arno, come sopra detto, e con il tracciato della ferrovia Direttissima.

Nella parte iniziale, in corrispondenza del tratto compreso tra lo svincolo di Incisa e lo scavalco della Direttissima, si rileva una forte interferenza tra la sede autostradale e l'attuale strada comunale Pian di Rona in territorio del Comune di Reggello, che si sviluppa in affiancamento all'A1. Peraltro, tale tratto della strada provinciale sarà oggetto di ampliamento, nell'ambito del progetto di spostamento della SRT 69 in riva destra Arno, redatto dalla Provincia di Firenze.

Analogo intervento è previsto lungo l'attuale via Poggilupi in territorio del Comune di Terranuova Bracciolini, che attualmente corre lungo il tracciato autostradale e che sarà anch'essa oggetto di riqualificazione per permettere lo spostamento della SRT 69 in riva destra Arno.

### 2.2. Descrizione generale del progetto stradale

L'intervento ha inizio alla progr. Km 317+265 in continuità piano – altimetrica con il lotto precedente Firenze Sud – Incisa.

La tratta è stata suddivisa in n. 2 lotti come di seguito indicato:

- Lotto 1: da pk 317+265 a pk 323+810;
- Lotto 2: da pk 323+810 a pk 335+705;

L'asse planimetrico dell'attuale piattaforma stradale risulta caratterizzato, nel tratto in oggetto, da cinque tratti sostanzialmente differenti.

Partendo da nord, dalla progr. km 317+265 fino allo svincolo di Incisa, il tracciato è caratterizzato da un asse con poche curve a limitata deviazione angolare ma con le carreggiate che, dalla progr. km 318+000, si allontanano per scavalcare con un viadotto a vie separate il fiume Arno e la linea FS "Direttissima Milano – Roma" e quindi per ritornare affiancate alla progr. km 319+000 dopo l'attraversamento di un poggio con la galleria "Bruscheto" a doppia canna per giungere quindi allo svincolo attuale di Incisa posto alla

progr. km 319+980. Alla progr. 319+781 è inoltre presente il cavalcavia di scavalco della SS69.

Il secondo tratto, dallo svincolo di Incisa fino alla progr. km 323+200, poco dopo l'intersezione con la linea FS risolta con un sottovia "a farfalla" già predisposto per accogliere la terza corsia, è invece caratterizzato da due curve di piccolo raggio (rispettivamente 800 m e 600 m) e dalla presenza, su entrambe le carreggiate, dell'area di servizio di Reggello (collegate con un cavalcavia) e da uno stretto affiancamento con la strada provinciale. Anche in questo tratto è presente un cavalcavia alla progr. km 320+840 per l'accesso dalla provinciale ad un'importante area industriale in località Grati in carreggiata sud (polo chimico).

Il terzo tratto, pseudo – rettilineo, corre invece in uno stretto corridoio tra il fiume Arno e la linea FS, quest'ultima alterna tratti in rilevato a lunghi tratti su viadotto, fino alla progr. km 330+500, dove l'autostrada, allontanandosi dal fiume, realizza un flesso caratterizzato dalla presenza, in carreggiata nord, dell'area di servizio Arno Est.

Nel tratto successivo, si incontra la piattaforma stradale già adeguata ad ospitare la terza corsia. Tale sezione allargata ha inizio con la corsia di immissione dall'area di parcheggio di San Giovanni Valdarno, posta alla progr. km 332+100 in carreggiata sud, e termina alla progr. 333+320.

Il tratto terminale si caratterizza per la presenza della curva di raggio minore dell'intero intervento con R=400 m e limite di velocità esistente di 80 Km/h. Inoltre in uscita dalla suddetta curva, andando verso sud, la sezione autostradale è stretta tra il fiume Arno in destra e la SP11 in sinistra che costeggia un tratto orograficamente complesso e di cui è previsto un adeguamento nell'ambito del progetto della variante alla SR69 della Provincia di Arezzo.

Il tratto in progetto termina quindi in corrispondenza dello Svincolo di Valdarno, alla progr. km 335+701 (in corrispondenza del quale è in fase di realizzazione la nuova area del casello).

### Cantierizzazione

Lungo il tracciato sono state individuate le seguenti aree di cantiere suddivise nei due lotti.

#### *Lotto 1*

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono state individuate, dopo un'attenta analisi del territorio, cinque zone, dove sono state poste le aree di cantiere:

1. Alla progr. 319+500 dell'A1 lato carr. dir. Firenze, in adiacenza all'autostrada nel territorio del comune di Reggello sono previsti:
  - Campo Base
  - Cantiere Operativo
  - Cantiere Operativo per Impianto di produzione Calcestruzzi
  - Area di deposito temporaneo materiale proveniente dagli scavi
  - Area di Deposito Temporaneo materiale di scotico

#### *Campo Base alla progr. 319+500*

Il campo base, di superficie pari a 9.150 mq, ospita: gli uffici, i dormitori, la mensa, i servizi igienici, il locale ritrovo, l'infermeria e i parcheggi.

#### *Cantiere Operativo alla progr. 319+500*

Il cantiere operativo, di superficie pari a 6.300 mq, ospita: un'area di stoccaggio materiale e attrezzature all'aperto, uffici, parcheggi auto e mezzi di cantiere, un locale spogliatoi e servizi igienici, un locale ricovero/ristoro, un box magazzino attrezzature e materiale per cantiere e un deposito/officina di cantiere.

*Cantiere Operativo per Impianto di produzione Calcestruzzi alla progr. 319+500*

Il cantiere, di superficie totale 5.350 mq, è adibito ad area per il posizionamento dell'impianto per la produzione di calcestruzzi. Nell'area sono previsti, oltre all'impianto citato, anche le zone di stoccaggio degli inerti, un box magazzino attrezzature e materiale per l'impianto, un deposito/officina di cantiere, un lavaggio ruote e una pesa.

*Area di Deposito temporaneo materiali proveniente dagli scavi alla progr. 319+500*

L'area è adibita al deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi, la superficie totale è di circa 3.850 mq.

*Area di Deposito Temporaneo materiale di scotico alla progr. 319+500*

L'area, suddivisa in tre aree di superficie totale pari a 7.750 mq, è utilizzata per il deposito temporaneo del materiale di scotico proveniente dallo scavo delle aree di cantiere, il materiale essendo di proprietà di terzi sarà quindi stoccato qui e riutilizzato alla fine dei lavori per il ripristino allo stato originale dello strato superficiale delle aree di cantiere.

2- Alla progr. 320+350 dell'A1 lato carr. dir. Roma, in adiacenza all'autostrada nel territorio del comune di Reggello sono previsti:

- Cantiere Operativo
- Area di deposito temporaneo materiale proveniente dagli scavi
- Area di Deposito Temporaneo materiale di scotico

*Cantiere Operativo alla progr. 320+350*

Il cantiere operativo, di superficie pari a 7.600 mq, ospita: un'area di stoccaggio materiale e attrezzature all'aperto, uffici, parcheggi auto e mezzi di cantiere, un locale spogliatoi e servizi igienici, un locale ricovero/ristoro, un box magazzino attrezzature e materiale per cantiere, un deposito/officina di cantiere, un lavaggio ruote e una pesa.

*Area di Deposito temporaneo materiali proveniente dagli scavi alla progr. 320+350*

L'area è adibita al deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi, la superficie totale è di circa 3.500 mq.

*Area di Deposito Temporaneo materiale di scotico alla progr. 320+350*

L'area, di superficie pari a 3.500 mq, è utilizzata per il deposito temporaneo del materiale di scotico proveniente dallo scavo delle aree di cantiere, il materiale essendo di proprietà di terzi sarà quindi stoccato qui e riutilizzato alla fine dei lavori per il ripristino allo stato originale dello strato superficiale delle aree di cantiere.

3- Alla progr. 318+200 dell'A1 lato carr. dir. Firenze, in adiacenza all'autostrada nel territorio del comune di Incisa in Val d'Arno è stata prevista un'Area di Supporto di superficie pari a circa 8.000 mq da utilizzarsi principalmente per il varo del viadotto Arno, l'area sarà accessibile dalla viabilità ordinaria.

4- Alla progr. 318+400 dell'A1 lato carr. dir. Firenze, in adiacenza all'autostrada nel territorio del comune di Reggello è stata prevista un'Area di Supporto di superficie pari a circa 3.550 mq da utilizzarsi per la realizzazione dell'imbocco Nord galleria Bruschetto, l'area sarà accessibile da una viabilità di servizio di progetto (VS003).

5- Alla progr. 319+050 dell'A1 lato carr. dir. Firenze, in adiacenza all'autostrada nel territorio del comune di Reggello è stata prevista un'Area di Supporto di superficie pari a 6.100 mq da utilizzarsi per lo scavo della nuova galleria Bruschetto, l'area sarà accessibile da una viabilità di servizio di progetto (VS004).

## Lotto 2

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono state individuate, dopo un'attenta analisi del territorio, due zone, dove sono state poste le aree di cantiere:

CB01 - Alla progr. 336+650 dell'A1 lato carr. dir. Firenze, in adiacenza all'autostrada nel territorio del comune di Terranuova Bracciolini sono previsti:

- Campo Base
- Cantiere Operativo
- Area di deposito temporaneo materiale proveniente dagli scavi

*Campo Base alla progr. 336+650*

Il campo base, di superficie pari a 8.050 mq, ospita: gli uffici, i dormitori, la mensa, i servizi igienici, il locale ritrovo, l'infermeria e i parcheggi.

*Cantiere Operativo alla progr. 336+650*

Il cantiere operativo, di superficie pari a 7.050 mq, ospita: un'area di stoccaggio materiale e attrezzature all'aperto, uffici, parcheggi auto e mezzi di cantiere, un locale spogliatoi e servizi igienici, un locale ricovero/ristoro, un box magazzino attrezzature e materiale per cantiere e un deposito/officina di cantiere.

*Area di Deposito temporaneo materiali proveniente dagli scavi alla progr. 336+650*

L'area è adibita al deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi, la superficie totale è di circa 6.300 mq.

CO01 - Alla progr. 320+350 dell'A1 lato carr. dir. Roma, in adiacenza all'autostrada nel territorio del comune di Reggello sono previsti:

- Cantiere Operativo
- Area di deposito temporaneo materiale proveniente dagli scavi
- Area di Deposito Temporaneo materiale di scotico

*Cantiere Operativo alla progr. 320+350*

Il cantiere operativo, di superficie pari a 9.325 mq, ospita: un'area di stoccaggio materiale e attrezzature all'aperto, uffici, parcheggi auto e mezzi di cantiere, un locale spogliatoi e servizi igienici, un locale ricovero/ristoro, un box magazzino attrezzature e materiale per cantiere, un deposito/officina di cantiere, un lavaggio ruote e una pesa.

*Area di Deposito temporaneo materiali proveniente dagli scavi alla progr. 320+350*

L'area è adibita al deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi, la superficie totale è di circa 4.850 mq.

*Area di Deposito Temporaneo materiale di scotico alla progr. 320+350*

L'area, di superficie pari a 4.425 mq, è utilizzata per il deposito temporaneo del materiale di scotico proveniente dallo scavo delle aree di cantiere, il materiale essendo di proprietà di terzi sarà quindi stoccato qui e riutilizzato alla fine dei lavori per il ripristino allo stato originale dello strato superficiale delle aree di cantiere.



### 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-2012-0010152** del 27/04/2012), della Regione Toscana (prot. n. **84806/p.140.030** del 22/03/2012) e dell'Autorità di Bacino (prot. n. **5066** del 07/12/2011), 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 (PM2.5, 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.

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

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.

Qualora vi siano ritardi nel cronoprogramma fra fase ante-operam e fase di realizzazione, in analogia a quanto viene fatto per le tratte gestite dal Comitato di Controllo (Barberino-Firenze Nord e Firenze sud-Incisa), le letture previste dal piano di monitoraggio per alcune componenti ambientali (assetto fisico del territorio ed idrico superficiale e sotterraneo) proseguiranno con frequenze ridotte in modo tale da dare continuità alla serie temporale dei dati.

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

#### Settore Antropico

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

#### Settore Idrico

Gli interventi previsti in corrispondenza di 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 dall'ampliamento della terza corsia dell'autostrada A1 è caratterizzato quasi esclusivamente da aree di pianura. Porzioni collinari o di terrazzi paleo lacustri sono presenti ai bordi della zona oggetto di rilievo.

Si tratta di una pianura intensamente abitata dove i centri urbani si susseguono l'uno a l'altro, ricca di industrie, attività commerciali e vie di comunicazione: autostrada, statale, ferrovie. L'agricoltura è ancora attiva con seminativi irrigui e, in prossimità degli abitati, aree più complesse con orti e grande varietà di usi. Nell'area collinare sono presenti principalmente seminativi asciutti; poche le coltivazioni arboree specializzate. Lungo le ferrovie e parte degli assi stradali è diffusa la robinia dove forma generalmente fasce pure non molto larghe ma assai lunghe. La robinia sia in pianura che sui primi terrazzi paleo lacustri forma anche piccoli boschi.

Nell'area di pianura e lungo i corsi d'acqua sono presenti spesso formazioni riparie a sviluppo più o meno lineare frequentemente alterate nella composizione per la presenza di robinia e dalla gestione che per motivi di sicurezza idraulica prevede spesso il taglio annuale della vegetazione erbacea ed arbustiva e poliennale di quella arborea

Da quanto brevemente detto si deduce che la vegetazione naturale e seminaturale lungo il percorso dell'autostrada nell'area indagata è assai scarsa.

La porzione dell'area d'indagine sui rilievi è nettamente meno urbanizzata ma prevale ancora l'uso agricolo del territorio con seminativi asciutti.

Per quanto riguarda gli ecosistemi presenti, a livello di area vasta, il tratto interessato è caratterizzato principalmente dall'attraversamento del sistema collinare-montuoso e soprattutto del sistema di fondovalle che delimita a ovest il gruppo dei rilievi del Chianti e a est sud-est il massiccio del Pratomagno.

Pur essendo presente una certa disomogeneità geomorfologica, i tipi di paesaggio che si incontrano possono essere ricondotti ad un'unica grande categoria, che comprende tutta l'area di fondovalle tra Terranuova Bracciolini ed Incisa in Val d'Arno. All'interno di quest'ampia unità di paesaggio è impossibile distinguere delle sottounità omogenee per caratteristiche ecosistemiche. Si fa quindi riferimento al sottopaesaggio di fondovalle del fiume Arno.

In termini di ecologia del paesaggio, all'interno dei paesaggi esistenti si distinguono una serie di ecosistemi caratterizzati da propri e specifici popolamenti vegetazionali e faunistici, sottoposti a pressioni ed interazioni antropiche simili.

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 e sui popolamenti vegetali più pregiati ed importanti dal punto di vista ecologico. Inoltre il PMA è stato integrato con il monitoraggio post operam per la verifica dell'efficacia delle opere a verde previste dal progetto in modo da recepire la prescrizione A9.4. La durata del monitoraggio post operam sarà di almeno un anno.

## **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 risollevarimento di polveri dalle pavimentazioni stradali causato dal transito dei mezzi pesanti, dal risollevarimento 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 allegare 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'autostrada è situata nella valle del Fiume Arno e scorre per quasi tutto il tratto in destra idraulica parallelamente a questo, nella zona costituita da depositi alluvionali lasciati dall'Arno e dai suoi affluenti che scendono dalle colline circostanti.

L'area in esame è scarsamente urbanizzata; la maggior parte del territorio attraversato dall'infrastruttura è prevalentemente di tipo agricolo, caratterizzato dalla presenza di edifici legati all'attività agricola, molti dei quali assumono valore storico-culturale, ed è interessato dall'ambito del fiume Arno che per buona parte scorre parallelamente all'autostrada. Il fiume rappresenta una risorsa essenziale del territorio dal punto di vista ecologico, paesistico, testimoniale e sociale; gli strumenti urbanistici comunali intendono infatti promuovere la salvaguardia e il miglioramento delle caratteristiche ecologiche e ambientali del fiume, con particolare riferimento alla formazione dei corridoi biologici, quali aree di diffusione ed espansione delle specie animali e vegetali. Il corso d'acqua più significativo è ovviamente il fiume Arno, mentre gli altri corsi d'acqua sono di importanza decisamente inferiore.

Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano numerosi fossi di campagna per la bonifica e l'irrigazione tipici di un contesto agricolo, ampiamente sfruttato e antropizzati. I canali artificiali non sono molti, ma parecchi corsi d'acqua di origine naturale 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).

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

La rete dei punti di controllo è stata definita sulla base del progetto autostradale, considerato nella sua globalità (tracciato e opere d'arte, aree di cantiere e campi base, viabilità di servizio, sistemazioni idrauliche e idrogeologiche, aree di deposito) e sulla base dell'inquadramento ambientale del progetto dal punto di vista del sistema idrografico, con

particolare attenzione agli aspetti idrologico-idraulici e di qualità delle acque, tenendo conto degli effetti potenzialmente verificabili sul comparto idrico superficiale.

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

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

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

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

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

### **3.2.5. Componente acque sotterranee**

I dati raccolti nel SIA dal rilevamento geologico di campagna uniti ai dati provenienti dalle stratigrafie redatte tramite i sondaggi geognostici a carotaggio continuo hanno permesso la ricostruzione di un profilo geologico di progetto che colloca con esattezza lo sviluppo dell'intero scavo della galleria Bruschetto entro la formazione geologica litoide di Monte Morello (MML).

Il bacino idrogeologico di riferimento interessa per una parte rilevante tale formazione MML ed è limitato ad Ovest dal fiume Arno ad una quota ampiamente più bassa rispetto alla quota di progetto.

Considerata la modesta estensione del bacino e la zona di alimentazione ristretta quasi esclusivamente al versante Ovest, è ragionevole ipotizzare una circolazione ipogea distinta in fenomeni locali più o meno confinati nei depositi corticali ed una circolazione ipogea intermedia legata al serbatoio acquifero fratturato sviluppato nella formazione MML.

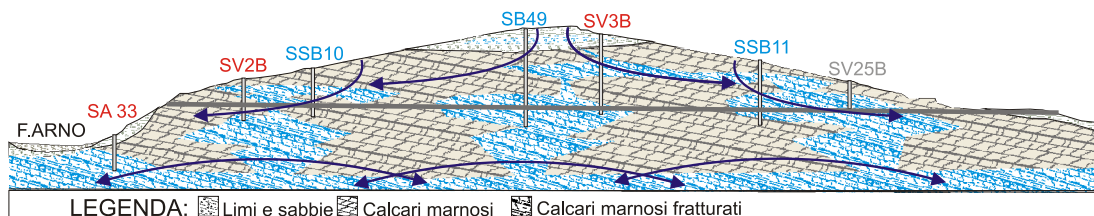
Per quanto si è potuto osservare il contatto tra i depositi corticali e l'ammasso roccioso costituente la formazione litoide MML non origina, almeno nel ristretto areale interessato dal progetto, emersioni rilevanti neanche di piccola entità che potevano evidenziare la presenza di un contatto impermeabile al tetto dell'ammasso litoide.

La situazione in corrispondenza dell'asse galleria sembra evidenziare l'assenza di una vera e propria circolazione corticale a favore dell'alimentazione diretta del serbatoio acquifero fratturato. Tale evidenza è confermata dai livelli piezometrici ampiamente soggiacenti alla quote della MML.



La situazione si differenzia nella parte più alta del bacino ove i sedimenti delle coperture hanno spessori maggiori e livelli piezometrici superficiali che si possono accordare con la presenza di una circolazione idrica locale caratterizzata da modesti serbatoi acquiferi indipendenti dalle circolazioni più profonde; in quest'area infatti si ritrovano pozzi con profondità nell'ordine di 10-30 metri con ricariche fortemente influenzate dalle precipitazioni.

La circolazione idrica relativa alla ristretta area di progetto viene schematicamente riportata nella Figura sottostante.



La rappresentazione schematica evidenzia che la circolazione idrica locale potrebbe in questo caso ristretto alimentare la circolazione intermedia per la quale non possono essere escluse interferenze con il bacino del Fiume Arno e con la circolazione più profonda legata ai settori più tettonizzati.

Il tracciato di progetto attraverserà l'ammasso roccioso della formazione MML che potrebbe presentarsi nei tratti più compatti con venute di acqua limitate a gocciolii e stillicidi, mentre nei tratti che presentano fratturazione più intense, con venute diffuse e portate elevate.

Il Piano di Monitoraggio delle acque sotterranee, articolato in indagini su pozzi, piezometri e misure in corrispondenza delle gallerie 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

La realizzazione dell'autostrada può provocare modifiche ed alterazioni delle caratteristiche della vegetazione dell'area.

Il monitoraggio della vegetazione, previsto nelle tre fasi ante operam, di corso d'opera e post operam, è mirato ad individuare l'eventuale presenza, e nel caso l'entità, dei seguenti potenziali fattori di impatto sulla vegetazione, individuati nella fase di Studio di Impatto Ambientale:

- sottrazione di vegetazione;
- alterazione della struttura della vegetazione e del patrimonio floristico;
- impatto sulla vegetazione per inquinamento e/o depauperamento dell'ambiente idrico;
- impatto sulla vegetazione per emissioni gassose in atmosfera;
- impatto sulla vegetazione per sollevamento di polveri;
- impatto sulla vegetazione per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti, depositi di inerti) e dall'introduzione di infrastrutture (viadotti, rilevati, ecc.);
- impatto sulla vegetazione per modifica della struttura e tessitura del suolo (ad es. fenomeni di costipazione del suolo).

E' previsto inoltre il monitoraggio delle opere a verde per la verifica dell'efficacia dei ripristini previsti dal progetto.

La scelta delle aree di monitoraggio è stata effettuata considerando la tipologia dell'opera (tracciato, viabilità di servizio, cantieri, aree di deposito, aree estrattive), alla luce di quanto è emerso dal SIA, in quanto a caratteristiche vegetazionali e criticità.

Sono anche previsti dei siti di controllo lontani dai cantieri per poter confrontare le dinamiche vegetazionali tra i siti potenzialmente impattati e siti inalterati in modo da valutare l'effettiva influenza delle lavorazioni rispetto ad eventuali variazioni naturali.

### 3.2.8. Componente assetto fisico del territorio

L'attività di monitoraggio relativa alla componente Assetto Fisico del Territorio ha lo scopo di individuare e monitorare, attraverso attività periodiche di lettura della strumentazione installata, potenziali condizioni di interferenza delle opere autostradali sulla stabilità del territorio e dei versanti. Particolare attenzione è ovviamente rivolta a quelle aree ritenute di interesse ove insistono ricettori su cui attivare controlli.

In particolare, la definizione dei siti da sottoporre a monitoraggio passa attraverso due momenti salienti:

- individuazione delle “aree sensibili”, definite sulla base della propensione al dissesto associabile ad ogni litologia attraversata;
- individuazione delle tipologie di “opere sensibili”, ossia potenzialmente soggette ad influenzare le condizioni di stabilità dei versanti.

Dalla sovrapposizione delle “opere sensibili” su “aree sensibili” si individuano le aree da monitorare a cui viene attribuito un diverso grado di dettaglio ed estensione.

Per analizzare la possibilità di interazioni tra progetto ed aspetti geologici del territorio interessato, è fatto riferimento *all'assetto geomorfologico* dei versanti, con particolare attenzione a tutte le forme di versante individuate dovute alla gravità, *all'assetto idrogeologico* con particolare attenzione agli acquiferi incontrati, alle falde presenti e loro opere di captazione, alle acque sorgive. Nel contesto geologico sia l'aspetto geomorfologico che quello idrogeologico rappresentano la più alta *sensibilità* di un territorio.

Gli aspetti idrogeologici e geomorfologici, inoltre, riassumono e sintetizzano gli altri elementi caratteristici della geologia dell'area, quali litologia, rapporti stratigrafici, assetto geostrutturale, acclività, circolazione idrica sotterranea, ecc. e le loro diverse combinazioni possono innescare fenomeni gravitativi od escludere che questi si verifichino.

Sono considerate opere sensibili e dunque potenzialmente interferenti con il territorio circostante, le seguenti categorie:

- Opere di imbocco delle gallerie (IG);
- Gallerie parietali e/o a debole profondità (GP);
- Spalle dei viadotti (SV);
- Settori a mezzacosta (TM).

Per giungere alla definizione dei siti di monitoraggio, le aree interessate dalle opere in progetto (trincea, viadotto, rilevato, mezzacosta, galleria) sono accorpate in gruppi aventi analoghe caratteristiche geologiche (litologia), morfologiche (acclività), strutturali, geotecniche, idrogeologiche e fisico-meccaniche e sono stati classificati con uno specifico valore. Si è fatto inoltre riferimento al rischio di innesco di fenomeni gravitativi a seguito all'esecuzione degli scavi provvisori e definitivi sia nei terreni instabili (dalle scadenti caratteristiche geotecniche), caratterizzati dalla presenza di corpi franosi per i quali esiste la possibilità di una riattivazione, sia in terreni con bassa propensione al dissesto, laddove sono previsti da progetto interventi tali da determinare mobilizzazioni di versante.

Oltre ai siti di monitoraggio così individuati vengono considerati anche i tratti a bassa copertura delle gallerie naturali dove sono previste attività di monitoraggio finalizzate a:

- valutare l'entità e l'ampiezza di fenomeni di subsidenza conseguenti dallo scavo in sotterraneo, mediante pilastri con mire ottiche ed estensoinclinometriche;
- valutare eventuali cedimenti indotti (e conseguenti danni) sui recettori sensibili ubicati all'interno o in prossimità delle fasce d'influenza, mediante miniprismi sugli edifici ed inclinometri installati in prossimità dei fabbricati.

Dall'individuazione delle aree da monitorare, si passa alla determinazione delle sezioni su cui eseguire misure di controllo.

In particolare l'attività di monitoraggio tiene conto dei seguenti periodi:

- ante operam: identifica condizioni del territorio prima dell'inizio di quelle lavorazioni che in qualche modo possono incidere sulle condizioni di stabilità dei versanti;
- corso d'opera: identifica esclusivamente il periodo di esecuzione di una specifica opera che ricade in un'area instabile o potenzialmente instabile;
- post operam: identifica il periodo di tempo successivo alla fase di corso d'opera e ci si riferisce alla condizione del territorio al termine delle lavorazioni.

L'attività di monitoraggio geotecnica di superficie prevista per la componente assetto fisico del territorio, va ad integrare uno specifico piano di monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per le opere in progetto. L'attività di monitoraggio in superficie ha lo scopo di verificare e controllare il comportamento areale dell'ammasso nell'intorno delle strutture individuate e definite potenzialmente critiche, il secondo invece ha tempistiche e definizioni molto più complesse che sono strettamente legate alle fasi esecutive dei lavori.

### **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 e PM2.5 per 15 giorni in prossimità di aree di cantiere;
- Metodica A2bis - Rilievo in continuo delle Polveri Sottili (PM10 e PM2.5) con campionatore sequenziale e/o analizzatore

#### **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 (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<sub>2.5</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), BaP (secondo le indicazioni del DMA del 25/11/94, del D. Lgs. 152 del 3.08.07 e dal D. Lgs. 155/2010).

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, dal D. Lgs. 152/2007, dal D. Lgs. 155/2010 e dal D.M. 33/2017.

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
PM <sub>10</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
PM <sub>2.5</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	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

<sup>(1)</sup> 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 PM<sub>10</sub>, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 15 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

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

dato un numero N di campionamenti, ordinati i valori della concentrazione in modo crescente, si definisce k-esimo percentile  $C_k$  il valore di concentrazione che occupa il  $(k \cdot N / 100)$ 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
- 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 e PM2.5) 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 e PM2.5 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, dal D.M. 33/2017 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 trafileamento d'aria: a tal scopo le due parti risultano premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non deformare e da non danneggiare il filtro. Il filtro è sostenuto da un disco di materiale sinterizzato o altro mezzo idoneo che impedisca ogni possibile deformazione del filtro e che sia perfettamente resistente alla corrosione. Il diametro della superficie di filtrazione non deve essere inferiore a 36 mm.

- Pompa aspirante: l'aspirazione dei campioni d'aria viene svolta per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata.
- Misuratore volumetrico: la misurazione del campione d'aria prelevato viene eseguita mediante contatori volumetrici, con possibilità di totalizzazione.
- Bilancia analitica con sensibilità di 0.001 mg.
- Generatore elettrico: nei casi in cui l'energia elettrica necessaria per il funzionamento della pompa aspirante non possa essere prelevata dalla rete elettrica.
- Sistema di sostituzione dei filtri, indispensabile per rendere automatico il campionamento.

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

La taratura dei filtri viene svolta con le seguenti modalità:

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

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

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

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

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

- Sopralluogo all'area di monitoraggio, verifica delle sorgenti di emissione presenti all'interno dell'ambito spaziale di dispersione delle polveri, selezione della posizione di installazione più idonea, anche in relazione a possibili interferenze con le attività svolte dai residenti e all'obiettivo del monitoraggio (ante operam o corso d'opera).
- Installazione del cavalletto di supporto in corrispondenza del punto di misura georeferenziato in modo che lo stesso risulti in piano e, quando possibile, sufficientemente protetto in caso di pioggia.



- Installazione della linea di prelievo nel seguente ordine: supporto di filtrazione, tubo di mandata, cella di deumidificazione al gel di silice, tubo di mandata, pompa aspirante con regolatore di portata e regolatore volumetrico. Il supporto di filtrazione deve venire a trovarsi a circa 1.2÷2.0 m di altezza piano campagna.
- Si collocano i filtri tarati sugli appositi supporti di filtrazione utilizzando una pinzetta e si blocca quindi la ghiera di fissaggio.
- Allacciamento della pompa aspirante alla rete elettrica o, in caso di indisponibilità di utenze elettriche, al gruppo elettrogeno. In questo ultimo caso è necessario che il gruppo elettrogeno operi sopravento ad una distanza di non effetto rispetto alla pompa di prelievo (non inferiore a 25 m) e, quando possibile, deve essere disposto in posizione schermata.
- Accensione della pompa e regolazione della portata fino ad un valore pari a 38,3 l/min.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di inizio esposizione della membrana (volume iniziale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione iniziale.
- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa di captazione si verificasse la necessità di rigenerare il gel di silice è necessario procedere nel seguente modo: spegnere la pompa di captazione, staccare i tubi di mandata dell'aria provenienti dalla testa di captazione e dalla pompa, svitare il coperchio della unità di deumidificazione dell'aria, svuotare il gel di silice esausto (colore rosa) in apposito contenitore, riempire l'unità di deumidificazione con gel di silice rigenerato (colore blu), avvitare il coperchio, riposizionare i tubi di mandata e avviare la pompa di captazione. Il tempo complessivo di esecuzione di queste operazioni è di pochi minuti e non è pertanto necessario prolungare oltre le 24 ore il tempo di prelievo della pompa.
- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa aspirante si verificasse una riduzione dei valori di portata al di sotto di 38,3 l/min, si deve procedere a regolare di nuovo la portata al valore iniziale o, qualora ciò non fosse tecnicamente possibile, a effettuare il prelievo in due o al massimo tre periodi consecutivi.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di fine esposizione della membrana (volume finale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione finale e delle eventuali anomalie riscontrate.

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

### **Metodica A2bis - Rilievo in continuo delle Polveri Sottili (PM10 e PM2.5) con campionatore sequenziale e/o analizzatore**

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 e/o PM2.5 in continuo (metodica A2bis) 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 dal D.M. 33/2017 e dalle altre normative di settore.

La metodica prevede tramite l'impiego di campionatori gravimetrici o analizzatori la determinazione in continuo delle polveri sottili (PM10 e/o PM 2.5)

La reportistica verrà trasmessa, in analogia alle altre componenti ambientali, ogni 90 giorni e conterrà le seguenti informazioni:

- Media giornaliera e media annuale e superamenti limiti normativi
- Confronto fra livelli misurati e dati centraline Arpat in modo da valutare se valori anomali sono dovuti a livelli di fondo o contributi del cantiere

### **Rilievi traffico**

I mezzi di cantiere utilizzeranno principalmente l'infrastruttura autostradale esistente, in ogni caso verrà predisposto un monitoraggio, durante la fase di cantierizzazione, da concordare con gli Enti interessati, delle condizioni di traffico sulla viabilità ordinaria e locale, al fine di individuare tempestivamente eventuali condizioni di criticità e possibili interventi di mitigazione.

I dati sui volumi di traffico saranno suddivisi per carreggiata e per classe di veicoli, secondo il seguente criterio:

- veicoli leggeri, cioè di peso inferiore a 3.5 t;
- veicoli pesanti, di peso superiore a 3.5 t.

### **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  $L_{Aeq}$ , 1 min
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ )
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99.

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

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

#### Riconoscimento di componenti impulsive

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

- ripetitività di n eventi impulsivi ( $n \geq 10$ /ora di giorno e  $n \geq 2$ /ora di notte);
- differenza tra LA<sub>lmax</sub> e LA<sub>Smax</sub> superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LA<sub>Fmax</sub> inferiore a 1 s.

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

#### Riconoscimento di componenti tonali

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

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

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

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

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

#### Operazioni di analisi

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

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

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

Qualora si registri la presenza di componenti tonali è necessario integrare le schede con la documentazione dello spettro minimo del livello di pressione sonora in bande di 1/3 di

ottava o in bande a maggior potere selettivo nel dominio di frequenza 20Hz ÷ 20KHz (in forma grafica e/o tabellare).

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

### **R3 – misure di 7 giorni con postazione fissa**

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

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

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ )
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.
- I 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 meteorologici 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 LA<sub>lmax</sub> e LA<sub>Smax</sub> superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LA<sub>Fmax</sub> 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 <sup>TM</sup> 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 ( $L_{Amax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ ) ;
- 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  $L_{Amax}$  e  $L_{ASmax}$  superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore  $L_{AFmax}$  inferiore a 1 s.

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

#### Riconoscimento di componenti tonali

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

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

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

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note.

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 involuppa 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 sì/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 involuppa 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 (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>) ;
- 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 LA<sub>max</sub> e LAS<sub>max</sub> superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAF<sub>max</sub> 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<sub>pm</sub>= Livello di pressione sonora medio;

L<sub>pi</sub>= 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÷10 KHz), del numero di righe selezionato (N = 100÷800) e del fattore di zoom (ZF = 1÷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) :  $B = 2.5 \text{ KHz}$
- Numero di righe :  $N = 400$
- Fattori di ingrandimento (Zoom Factor) :  $ZF = 2 \div 16$
- Finestra temporale : Hanning

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

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  $143 \pm 0,3 \text{ dB}$  (errore di  $\pm 3\%$ ). In caso contrario, agendo sull'analizzatore, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.

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

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

#### Filtraggio

Filtraggio del segnale mediante filtri passa alto e passa basso conformi alla norma UNI 9916 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza  $1 \div 100 \text{ Hz}$ .

Integrazione semplice del valore di accelerazione di picco al fine di ricavarne la relativa velocità.

#### Verifica delle vibrazioni residue

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

#### Valutazione del rischio

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

### **3.3.4. 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;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici;
- Indagini biologiche e dei parametri fisiografici-ambientali;
- Monitoraggio in continuo tramite specifiche stazioni di misura durante la fase di Corso d'Opera.

#### 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 di seguito 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
- Torbidità

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'erosività 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 e torbidità 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
- Tensioattivi anionici
- 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 perfluviale 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 Diatomico
- Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)

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.

La valutazione dell'Indice Diatomico è basato sulla sensibilità delle Diatomee alla concentrazione di nutrienti, alla sostanza organica e al grado di mineralizzazione del corpo idrico, con particolare riferimento ai cloruri.

Le Diatomee sono alghe unicellulari, talora riunite in colonie, aventi dimensioni variabili tra pochi  $\mu\text{m}$  ad oltre 0,5 mm. Questi organismi popolano sia le acque dolci sia quelle salate, ma con generi e specie differenti a seconda delle caratteristiche geografiche, idrologiche e chimico-fisiche del corpo idrico che le ospita. Si tratta di eccellenti bioindicatori in quanto:

- sono presenti tutto l'anno;
- sono molto sensibili alle variazioni dei parametri fisici e chimici del mezzo che le ospita;
- sono completamente immerse in acqua, fino al substrato, e quindi facili da campionare;
- sono ben conosciute dal punto di vista sistematico ed ecologico;
- possiedono un breve tempo di resilienza.

Le Diatomee che vengono prese in considerazione in questo metodo sono quelle bentoniche, quasi le sole che popolano le acque correnti, e possono essere suddivise, in base all'habitat in:

- epilittiche: formanti sottili rivestimenti brunastri su rocce immerse;
- epifittiche: trovano il proprio spazio vitale sulle o tra le macrofite acquatiche;
- epipelittiche: vivono adagiate sul limo di fondo dell'alveo fluviale dove le acque fluiscono lentamente.

I periodi maggiormente indicati per il campionamento sono quelli in cui si ha il massimo sviluppo delle diatomee in termini di copertura e biodiversità, ovvero in condizioni di elevata luminosità e moderata temperatura dell'acqua. Queste condizioni si verificano essenzialmente in maggio-giugno e settembre-ottobre, rispettivamente quando il corso d'acqua è in morbida ed in magra. Dal momento che forti temporali e piene possono indurre rimaneggiamenti bentonici, è necessario attendere tre o quattro settimane dall'evento prima di campionare per consentire la ricolonizzazione completa dei substrati litici.

Una volta individuato il punto di campionamento, si definisce un transetto lungo il quale eseguire il campionamento su sassi e ciottoli aventi le seguenti caratteristiche: completa immersione, irradiazione solare diretta, soggetti alla corrente del corso d'acqua ma che non abbiano subito recenti rotolamenti (i quali determinano la perdita di gran parte della comunità diatomica).

Nel monitoraggio fluviale si utilizzano infatti prevalentemente, in quanto più utili allo scopo, le Diatomee epilittiche, che vengono agevolmente prelevate raschiando il substrato con una lama oppure utilizzando un semplice spazzolino a setole dure.

Il campionamento va realizzato evitando eventuali immissioni puntiformi o particolari microambienti che si formino nei pressi delle sponde (morte o pozze di ristagno). Indicativamente, la superficie da grattare, su almeno 4-5 supporti litici diversi, va da un minimo di 100  $\text{cm}^2$  ad un massimo di circa 500  $\text{m}^2$ . Se non sono presenti substrati naturali, il prelievo può essere effettuato su supporti artificiali duri (pile di ponti, fondi di chiatte, sponde cementificate...) che siano in posto da alcune settimane.

Per l'applicazione di questo indice, in laboratorio, è necessaria l'identificazione a livello di specie, effettuabile solo dopo l'eliminazione della sostanza organica mediante incenerimento ed osservazione al microscopio ottico a mille ingrandimenti dei preparati, dopo applicazione di una speciale resina ad alto indice di rifrazione.



Vengono contati almeno 400 individui procedendo per strisciate orizzontali avendo cura di non sovrapporre i campi. Vanno presi in considerazione frustuli interi o rotti (purché riconoscibili) e singole valve. Una volta realizzata la lista delle specie, si procede alla stima della loro abbondanza. Una volta eseguito il conteggio si procede al calcolo dell'indice.

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

I 3 metodi (MacrOper, Indice Diatomico e I.F.F.) forniscono risposte sugli effetti di condizionamento ambientale a medio-lungo termine e consentono di eseguire estrapolazioni per ricercare le caratteristiche ottimali di riferimento per l'ambiente fluviale nel suo complesso.

#### Monitoraggio in continuo

Il PMA prevede l'utilizzo di strumentazione in continuo in corrispondenza di alcuni dei siti monitorati.

- Stazioni idrometriche e di qualità dell'acqua

Saranno installate prevalentemente a valle delle aree di cantiere a maggior rischio di interazione con i corsi d'acqua e mantenute per il solo periodo dei lavori o di esecuzione delle attività a rischio. L'ubicazione esatta e la fattibilità verranno valutate successivamente alla fase di Ante Operam a seguito degli esiti delle misure e dei sopralluoghi del primo anno.

Queste stazioni sono state studiate con il criterio di rendere le opere civili di supporto e protezione degli impianti strumentali minime e facilmente adattabili alle caratteristiche dei siti di installazione.

L'impianto strumentale è inoltre semplificato e flessibile, essendo costituito da sonde di parametri chimico-fisici (singole o multiparametriche).

Saranno sempre installati i sensori-base:

- H – livello idrometrico;
- T – temperatura dell'acqua;
- pH – concentrazione ioni idrogeno;
- COND – conducibilità elettrica specifica.
- Torbidità;

In abbinamento alla registrazione dei dati e alla loro teletrasmissione verrà predisposto un sistema di allertamento in tempo reale, in grado di segnalare il valore critico di uno o più parametri mediante l'invio di un messaggio di allarme tramite SMS all'unità di acquisizione centrale e a numeri di telefoni cellulari.

I valori delle soglie che in caso di superamento determinano la teletrasmissione del segnale verranno impostati sulla base delle osservazioni dirette riscontrate in condizioni naturali nel corso delle operazioni di monitoraggio ante operam ed in funzione dei limiti legislativi di riferimento.

Per la strumentazione idrometrica si potrà fare riferimento alla normativa ISO in materia:

ISO 1100/1-1982	Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts – Partie 1: Établissements et exploitation d'une station de jaugeage.
ISO 1100/2-1982	Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts – Partie 2: Détermination de la relation hauteur-débit.
ISO 4373-1979	Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts. Appareils e mesure de niveau de l'eau.
ISO 6418-1985	Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts. Compteurs ultrasoniques (acoustiques) de vitesse.
ISO 6419/1-1984	Systèmes de transmission de données hydrométriques. Partie 1 : Généralités.

### 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 consistranno in indagini del seguente tipo:

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

#### Indagini quantitative

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Livello piezometrico su pozzi e piezometri;
- Prove di emungimento;

- Portata delle venute d'acqua in galleria in corrispondenza degli imbocchi.

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.






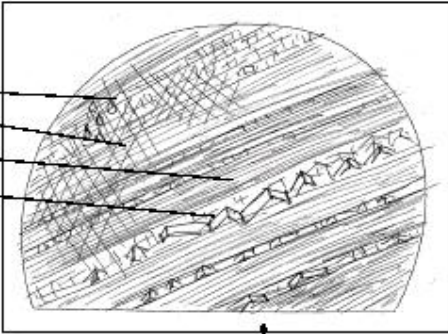

Al momento dell'avvio del monitoraggio ante operam verranno aggiornati e forniti i dati relativi ai pozzi e piezometri ex/novo e la redazione di schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.


La misura di portata delle venute d'acqua in galleria verrà effettuata in corrispondenza degli imbocchi della galleria e fornirà un dato cumulativo del totale di acqua drenata; per le difficoltà legate alle fasi di scavo e alle problematiche di accesso in sicurezza al cantiere, il Piano di Monitoraggio non prevede l'esecuzione di misure di portata d'acqua al fronte. Per garantire comunque un controllo continuo e dettagliato delle venute idriche in galleria, verranno predisposti dei sistemi di misura in continuo delle portate cumulate agli imbocchi; eventuali venute concentrate al fronte saranno quindi registrate in termini di variazione di portata cumulativa rilevata all'uscita delle gallerie. La misurazione delle portate avverrà tramite strumentazione in continuo in corrispondenza degli imbocchi della galleria Bruschetto. In particolare verranno effettuati sopralluoghi preliminari al fine di verificare l'accessibilità per le misure e per i controlli per tutta la durata di scavo, in modo tale che la strumentazione di misura sia installabile non appena convogliate le venute d'acqua al di fuori dalla galleria.


I dati di portata rilevati in continuo in corrispondenza degli imbocchi confluiranno all'interno di rapporti mensili, dove per ogni giorno verrà riportata la progressiva di avanzamento dei vari fronti e la relativa portata cumulata all'imbocco; la lettura contestuale di progressiva e portata cumulata giornaliera fornisce quindi un'indicazione abbastanza precisa delle evoluzioni del drenaggio in funzione dell'avanzamento dello scavo. A titolo di esempio si riporta di seguito un modello di restituzione dei dati relativi alla misura delle venute in galleria, già utilizzato in altre esperienze di monitoraggio e che sarà presente all'interno dei report periodici di restituzione dei dati di monitoraggio.

A1 VARIANTE DI VALICO - GALLERIA DI BASE											
RAPPORTO MENSILE											
PORTATA CUMULATA AGLI SBOCCHI IN RAPPORTO ALL'AVANZAMENTO DEI LAVORI DI SCAVO											
VALORE MEDIO GIORNALIERO											
PERIODO 1 - 30 GIUGNO 2008											
RAPPORTO N. 4 del 09/07/08											
GALLERIA DI BASE - LATO EMILIA						GALLERIA DI BASE - LATO TOSCANA					
Giorno	Portata (l/s)	Canna Nord		Canna Sud		Giorno	Portata (l/s)	Canna Nord		Canna Sud	
		Progressiva (km)	Avanzamento da imbocco (km 1405.75)	Progressiva (km)	Avanzamento da imbocco (km 1403)			Progressiva (km)	Avanzamento da imbocco (km 9911.76)	Progressiva (km)	Avanzamento da by-pass (km 9+761.5)
1	60.1	3+181.60	1+775.85	2+733.60	1+317.10	1	nr	9+810.65	101.11		
2	60.1	3+182.80	1+777.05	2+735.00	1+318.50	2	nr	9+807.95	103.81		9+161,15 790.45
3	59.9	3+186.40	1+780.65	2+736.40	1+319.90	3	nr	-	-	9 + 313,80	439.2 9+159,80 791.8
4	59.6	3+190.00	1+784.25	2+737.80	1+321.30	4	nr	-	-	9 + 311,00	442 9+157,10 794.5
5	60.5	3+193.95	1+788.20	2+740.60	1+324.10	5	nr	-	-	9 + 308,30	444.7 9+153,05 798.55
6	62.0	3+196.35	1+790.60	2+743.40	1+326.90	6	nr	-	-	9 + 304,20	448.8 9+150,35 801.25
7	61.8	3+199.75	1+794.00	2+746.20	1+329.70	7	nr	-	-	9 + 301,50	451.5 9+147,65 803.95
8	61.4	3+199.75	1+794.00	2+747.60	1+331.10	8	nr	-	-	9 + 298,80	454.2 9+144,95 806.65
9	61.0	3+200.75	1+795.00	2+749.00	1+332.50	9	nr	-	-	9 + 297,50	455.5 9+142,20 809.4
10	61.1	3+201.75	1+796.00	2+751.80	1+335.30	10	nr	-	-	9 + 294,80	458.2 9+139,50 812.1
11	60.7	3+203.75	1+798.00	2+754.80	1+338.30	11	nr	-	-	9 + 293,70	459.3 9+138,20 813.4
12	59.4	3+203.75	1+798.00	2+757.20	1+340.70	12	nr	-	-	9 + 292,40	460.6 9+135,80 815.8
13	59.6	3+203.75	1+798.00	2+759.60	1+343.10	13	nr	-	-	9 + 289,50	463.5 9+132,20 819.4
14	59.3	3+203.75	1+798.00	2+761.00	1+344.50	14	nr	-	-	9 + 286,80	466.2 9+128,60 823
15	58.1	3+203.75	1+798.00	2+765.20	1+348.70	15	nr	-	-	9 + 284,10	468.9 9+126,20 825.4
16	58.9	3+203.75	1+798.00	2+768.00	1+351.50	16	nr	-	-	9 + 281,40	471.6 9+124,00 827.6
17	58.8	3+203.75	1+798.00	2+770.80	1+354.30	17	nr	-	-	9 + 278,70	474.3 9+124,00 827.6
18	60.9	3+203.75	1+798.00	2+773.60	1+357.10	18	nr	-	-	9 + 274,60	478.4 9+124,00 827.6
19	60.1	3+203.75	1+798.00	2+776.60	1+360.10	19	nr	-	-	9 + 271,90	481.1 9+124,00 827.6
20	60.6	3+203.75	1+798.00	2+778.10	1+361.60	20	nr	-	-	9 + 269,20	483.8 9+124,00 827.6
21	60.9	3+203.75	1+798.00	2+780.90	1+364.40	21	nr	-	-	9 + 266,50	486.5 9+124,00 827.6
22	60.5	3+203.75	1+798.00	2+783.90	1+367.40	22	nr	-	-	9 + 265,20	487.8 9+124,00 827.6
23	60.9	3+203.75	1+798.00	2+786.70	1+370.20	23	nr	-	-	9 + 262,50	490.5 9+124,00 827.6
24	60.4	3+203.75	1+798.00	2+789.50	1+373.00	24	nr	-	-	9 + 259,80	493.2 9+124,00 827.6
25	60.3	3+203.75	1+798.00	2+792.30	1+375.80	25	nr	-	-	9 + 254,40	498.6 9+124,00 827.6
26	60.1	3+204.75	1+799.00	2+796.50	1+380.00	26	6.0	-	-	9 + 250,40	502.6 9+124,00 827.6
27	59.2	3+206.75	1+801.00	2+799.30	1+382.80	27	6.0	-	-	9 + 246,00	507 9+124,00 827.6
28	59.1	3+208.75	1+803.00	2+802.10	1+385.60	28	5.1	9+806.00	105.76	9 + 242,50	510.5 9+124,00 827.6
29	58.8	3+208.75	1+803.00	2+804.90	1+388.40	29	5.3	9+804.00	107.76	9 + 239,00	514 9+124,00 827.6
30	60.0	3+208.75	1+803.00	2+809.10	1+392.60	30	5.2	9+802.00	109.76	9 + 236,00	517 9+124,00 827.6

Infine il controllo delle venute idriche in galleria si completa tramite l'acquisizione dei rilievi al fronte effettuati dall'Impresa Appaltatrice e trasmessi all'Ufficio di Monitoraggio dalla Direzione Lavori. In particolare, come si vede dall'esempio sotto riportato, le schede di rilievo al fronte contengono, per ogni campo di avanzamento, una descrizione qualitativa e quantitativa della presenza di acqua (umidità, stillo, venuta concentrata - pag. 2/3 del rilievo al fronte) e la sua ubicazione rispetto al fronte di scavo (descrizione geostutturale del fronte – pag. 1/3 del rilievo al fronte).

		<b>SCHEDA DI RILIEVO DEL FRONTE DI SCAVO</b>	
PIANO CONTROLLO QUALITÀ		N° PROG. SCHEDA / 31 /RFS	
Pagina 1 di 3			
<b>ATTIVITA': RILIEVO GEOSTRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO</b>			
LOTTO N° : 7		OPERA: GALLERIA POZZOLATICO	
APPALTATORE :		IMBOCCO LATO: Roma (iniz.nat.2+777)	
IMPRESA ESECUTRICE :		PROGRESSIVA PARZIALE/ASSOLUTA: +490/ 2+287 SEZ. DI APPL.: GA-P214	
MACROATTIVITA':		WBS:	
LOCALITA': CERTOSA		AMPIEZZA SEZIONE DI SCAVO mq: 170	
COPERTURA m: 40.5		DATA : 26/03/2008	
DESCRIZIONE GEOSTRUTTURALE DEL FRONTE			
LEGENDA			
Litotipi e discontinuità			
	stillicidio		
	patine argillose		
	peliti		
	strati marnoso-calcarei		
			
Verso di avanzamento: N219°			
<b>FOTOGRAFIA DEL FRONTE DI SCAVO</b>			
			

		<b>SCHEDA DI RILIEVO DEL FRONTE DI SCAVO</b>				
		PIANO CONTROLLO QUALITÀ			N° PROG. SCHEDA / 31 /RFS	
		Pagina 2 di 3				
Formazione geologica : Monte Morello facies B?		Litologia : argilliti e petiti finemente stratificate e laminate grigio scuro intercalate ad alternanze di calcari fratturati				
Presenza d'acqua : descrizione e valutazione quantitativa negli ultimi 10 m di scavo (l/s) : 0,2 - 0,3						
Presenza di gas: NO						
Presenza di strutture primarie alla scala dell'affioramento						
<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO						
Strutture		1	2	3	4	5
Orientazione	Immersione (°)					
	Inclinazione (°)					
Spessore (cm)						
Superfici	Andamento	Piano				
		Ondulato				
	Scabrezza	Liscia				
		Leggermente scabra				
	Scabra					
Eventuali riempimenti		NO				
Principale elemento suddivisoriale sistematico						
<input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Scistosità		<input checked="" type="checkbox"/> Stratificazione <input type="checkbox"/> Altro.....		Orientazione		Immersione (°) 160
						Inclinazione (°) 40
Spessore (cm) mediamente inferiore a 4						
Superfici	Andamento	Piano	X	Apertura dei piani	<input checked="" type="checkbox"/> < 0.1 mm	
		Ondulato			<input checked="" type="checkbox"/> 0.1 - 1 mm	
	Scabrezza	Liscia	X		<input type="checkbox"/> 1 - 5 mm	
		Leggermente scabra	X		<input type="checkbox"/> > 5 mm	
	Scabra					
Persistenza rispetto al fronte (%): 90				Eventuali riempimenti : Argilla		
Sistemi disgiuntivi secondari: NO						
Caratteristiche geostrutturali		K1	K2	K3	K4	K5
Immersione (°)						
Inclinazione (°)						
Spaziatura (°)						
Persistenza rispetto al fronte (%)						
Superfici piane						
Superfici ondulate						
Superfici lisce						
Superfici leggermente scabre						
Superfici scabre						
Giunti molto chiusi <0.1 mm						
Giunti chiusi 0.1 - 1 mm						
Giunti moderatamente aperti 1 - 5 mm						
Giunti aperti >5 mm						
Eventuali riempimenti						
JCS (MPa)						

		<b>SCHEDA DI RILIEVO DEL FRONTE DI SCAVO</b>	
PIANO CONTROLLO QUALITA'		N° PROG. SCHEDA / 31 /RFS	
		Pagina 3 di 3	
Giunti " random" <input type="checkbox"/> Presenti in numero trascurabile <input type="checkbox"/> Presenti diffusamente ma non continui o poco continui alla scala del fronte <input checked="" type="checkbox"/> Presenti diffusamente e continui alla scala del fronte			
Stima VRU (Volume roccioso unitario) <input type="checkbox"/> > 1 mc <input type="checkbox"/> 1 mc - 0.5 mc <input checked="" type="checkbox"/> 0.5 mc - 1dmc <input checked="" type="checkbox"/> < dmc			
Resistenza alla compressione con " Martello di SCHMIDT" 30+60 (MPa)			
Orientazione delle principali discontinuità rispetto alla direzione di scavo <input type="checkbox"/> Molto favorevole <input type="checkbox"/> Favorevole <input checked="" type="checkbox"/> Discreta <input type="checkbox"/> Sfavorevole <input type="checkbox"/> Molto sfavorevole			
Eventuali fenomeni di convergenza riscontrati nell'ultima stazione di misura precedente al fronte (limitatamente agli ultimi 100 m di scavo) : Distanza dal fronte: .47.. (m)     Valore di convergenza media...0.6...(cm)			
Fenomeni di instabilità e di deformazione     Assenti <input checked="" type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/>			
ESECUTORI DEL RILIEVO		NOMI	
		FIRME	
<b>CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DI BIENIAWSKI (1989)</b>			
PARAMETRI		INTERVALLO DI VALORI	
Co (MPa)		60	
RQD (%)		-60	
Spaziatura (cm)		20+30	
Condizioni discontinuità		piana,liscia,giunti alterati	
Acqua		stillicidio	
Orientamento		discreto	
RMR Rock mass rating		42	
CLASSE		III	
QUALITA' DELLA ROCCIA		Discreta	
INDICE "GSI" RICAVATO DALL'INDICE RMR (*)		62	
<small>(*) IDEK ET ALTRI, 1995 (RMR -5);     dove RMR è il valore di RMR corretto, ipotizzando condizioni anidre e non tenendo conto dell'orientazione delle discontinuità.</small>			
NOTE: Per le condizione dell'ammasso sopra descritte si consiglia di eseguire l'eventuale tampone di fine scavo con 10 cm di betoncino spruzzato fibrorinforzato			
PER		PER SPEA	
NOMINATIVO		NOMINATIVO	
FIRMA		FIRMA	

L'analisi contestuale dei valori di portata cumulata agli imbocchi correlati con le progressive di avanzamento e i rilievi al fronte, garantirà quindi una completa caratterizzazione delle venute idriche in galleria, permettendo valutazioni quantitative tramite il monitoraggio in corrispondenza degli imbocchi e una valutazione puntuale relativa alla singola venuta tramite le schede di rilievo al fronte. I dati relativi alle venute in galleria, ottenuti come descritto sopra, integreranno quindi i dati di monitoraggio in superficie rilevati su sorgenti, pozzi, piezometri e corsi d'acqua, al fine di garantire il più possibile il controllo delle dinamiche evolutive delle risorse idriche sotterranee.

Un ulteriore grado di approfondimento delle indagini infine è teso ad ottenere delle indicazioni sperimentali circa la potenzialità della falda sfruttata, per mezzo di specifiche prove di emungimento.

La prova consiste nell'emungimento dal pozzo/piezometro di una portata costante ("gradino") per un tempo definito, misurando il corrispondente abbassamento nel tempo del livello piezometrico. Successivamente si provvede ad aumentare opportunamente la portata emunta (nuovo "gradino" di portata), continuando la misurazione dei corrispondenti livelli.

Il numero di gradini potrà oscillare (solitamente tra 3 e 5), in funzione della produttività del pozzo e del tipo e sensibilità della saracinesca disponibile per la regolazione della portata.

La durata di emungimento per ogni gradino è indicativamente fissata pari a 1 ora ma può subire anche delle variazioni a seconda delle caratteristiche degli acquiferi riscontrati.

In considerazione della tipologia e produttività della captazione oggetto delle misure si prevede di effettuare, nel corso delle prove, misure di livello dinamico mediante sondino manuale elettroacustico e misure della portata emunta attraverso il metodo volumetrico.

Sulla base dei dati rilevati nel corso della prova verrà redatta la cosiddetta "curva caratteristica", ossia la relazione portate/livelli dinamici, sulla base della quale potrà essere definita la portata ottimale di esercizio e la portata critica.

#### 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.

#### Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici su acque drenate dalle gallerie

Oltre al rilievo quantitativo delle acque drenate dalle gallerie, in corrispondenza degli imbocchi verranno rilevati i seguenti parametri:

- Metalli (alluminio, cromo, ferro, manganese, rame)
- Nitrati
- Escherichia Coli
- Bicarbonato
- Calcio
- Sodio
- Cloruri
- Solfati
- Magnesio
- Potassio
- Idrocarburi totali
- Idrocarburi policiclici aromatici

La determinazione di specifici parametri chimici e microbiologici è finalizzata ad una caratterizzazione qualitativa delle acque drenate dalle gallerie, con particolare attenzione ad un loro eventuale riutilizzo.

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

Come principio generale, per tutti gli indicatori faunistici, i rilievi verranno condotti adottando uno schema spaziale lungo transetti a distanza crescente dalle opere (strade e/o cantieri).

#### INDICATORI FAUNISTICI

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

Di seguito si elencano i gruppi proposti per il monitoraggio:

Uccelli: i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa della comunità presente 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 della comunità presente, con raccolta dati quantitativi su alcune specie di interesse a livello 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 Urodeli (salamandre, tritoni) presenti nel territorio senza ricorrere a metodi che possono risultare cruenti per gli animali (cattura con trappole ecc.).

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

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

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

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

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

### 3.3.7. Componente Vegetazione

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

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

Il potenziale impatto determinato sulla vegetazione dalle fasi di costruzione ed esercizio dell'adeguamento autostradale verranno determinati tramite le seguenti metodologie di monitoraggio:

#### Rilievi fitosociologici

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

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

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

Normalmente, mentre per la vegetazione erbacea sono sufficienti superfici di 50-100 m<sup>2</sup>, per la vegetazione arbustiva o arborea è opportuno effettuare rilevamenti su 200-400 m<sup>2</sup> di superficie minima.

I rilievi fitosociologici eseguiti con il metodo Braun-Blanquet prevedono la raccolta di dati riguardanti non solo la composizione floristica, ma anche l'orografia ed il substrato della stazione, al fine di meglio definire i parametri ecologici che influenzano la composizione e la struttura del popolamento.

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

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

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

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

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

#### Rilievi biometrici e qualitativi per la valutazione dei ripristini

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 tipologie e le metodiche utilizzate per il monitoraggio prendono in considerazione la situazione geologica e geomorfologica presente nei territori interessati dalle opere da realizzare, nonché le caratteristiche meccaniche delle litologie attraversate e i meccanismi che governano i movimenti franosi riconosciuti e studiati nella progettazione.

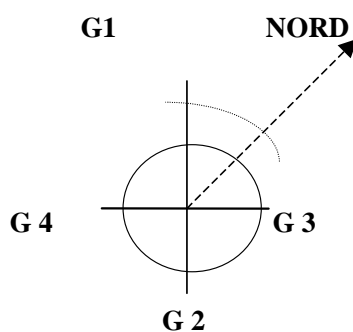
Le metodiche utilizzate sono in grado di fornire le indicazioni necessarie a monitorare e studiare i fenomeni in atto e fornire dati utili sia alla progettazione di interventi di mitigazione, sia alla verifica dell'efficacia di interventi di consolidazione e di stabilizzazione previsti da progetto o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

Le metodiche sono ovviamente quelle più diffuse e valide nel campo del monitoraggio geotecnico del territorio e sono finalizzate sia alla valutazione delle oscillazioni dei livelli di falda, che al controllo dei movimenti franosi e all'individuazione delle superfici di scorrimento. Va da se che le due diverse attività possono considerarsi complementari per cui, nella maggior parte dei siti che sono stati presi in considerazione, all'attività di monitoraggio mediante misure inclinometriche, è associato il controllo dei livelli di falda.

Tube inclinometrico

L'installazione di un tubo inclinometrico in un foro di sondaggio consente, attraverso letture ripetute nel tempo, la misura dello spostamento orizzontale del terreno lungo tutta la verticale. Tali misure vengono effettuate introducendo nel tubo una apposita sonda che, dotata di sensori servoaccelerometrici di elevata precisione, consente di misurare l'inclinazione del tubo in corrispondenza di una determinata sezione.

I tubi inclinometrici sono di alluminio e hanno una sezione circolare provvista di quattro scanalature con funzione di guida per la sonda inclinometrica. I tubi inclinometrici, che sono disponibili in spezzoni, dovranno essere assemblati mediante manicotti di giunzione. In caso di installazione di tubi inclinometrici in ambiente aggressivo (ambienti alcalini, presenza di correnti vaganti, ecc.) in luogo dei tubi in alluminio si utilizzeranno tubi in ABS di spessore minimo non inferiore a 4 mm. La cementazione del tubo inclinometrico all'interno del foro deve avvenire mediante iniezione di una miscela cementizia che assicura la perfetta aderenza ai terreni circostanti lo strumento. Al termine delle operazioni di installazione e cementazione, non prima di 10 ÷ 14 giorni dalla installazione del tubo, si verifica la funzionalità della tubazione inclinometrica attraverso il controllo della continuità e dell'allineamento degli spezzoni di tubo e la verifica della rispondenza dell'inclinazione e della spirality della tubazione alle specifiche di accettazione. A tali operazioni che costituiscono il collaudo dello strumento, segue la lettura di zero o di riferimento. La strumentazione necessaria per il collaudo della tubazione inclinometrica è costituita da una sonda testimone per il controllo dell'integrità della tubazione, e una sonda inclinometrica per il controllo della verticalità, ed una sonda spiralitymetrica a controllo meccanico o elettronico, che consente la misura dell'azimut del tubo in ogni sezione. Il controllo viene eseguito calando nel foro una sonda testimone (di caratteristiche analoghe a quella da utilizzarsi per le successive misure), e facendola scorrere lungo le guide del tubo fino a fondo foro. In questa fase inoltre verrà scelta la guida di riferimento (guida 1), quella più prossima alla direzione di massima pendenza del versante e più prossima al Nord geografico, e si numereranno tutte le guide secondo il seguente schema:



Successivamente vengono verificate anche la verticalità e la spirality del tubo. L'intera strumentazione di campo pertanto si compone di una sonda testimone, una centralina per l'acquisizione automatica dei dati, una sonda di lettura collegata ad un cavo elettrico metrato collegato alla centralina. Le letture vengono eseguite introducendo la sonda all'interno del foro e rilevando ed acquisendo, dal basso verso l'alto ad intervalli prestabiliti i diversi valori in digit. I valori opportunamente elaborati da software dedicati, vengono tradotti in millimetri.

Misura estensimetrica incrementale tipo increx

La misura estensimetrica incrementale viene effettuata introducendo in un tubo guida, installato in un foro di sondaggio, una sonda estensimetrica a posizionamento elettronico

che consente di misurare, attraverso misure ripetute nel tempo, le variazioni di distanza relativa tra anelli di riferimento, precedentemente installati all'esterno del tubo a distanza di un metro l'uno dall'altro e resi solidali al terreno circostante a mezzo di cementazione.

Prima dell'esecuzione della lettura la sonda estensimetrica incrementale è introdotta in apposito tubo di calibrazione e viene controllato, ed eventualmente regolato, il valore letto al display della centralina, a stabilizzazione termica avvenuta, tenendo conto della dilatazione termica del tubo di calibrazione. Le letture sulla tubazione estensimetrica sono eseguite partendo da fondo foro, a stabilizzazione termica avvenuta.

#### Piezometro a tubo aperto

Il piezometro a tubo aperto, particolarmente adatto per terreni di elevata permeabilità ( $k > 10^{-6}$  m/s) viene installato in un foro di sondaggio verticale, consente di rilevare la quota della superficie piezometrica. Tale rilevazione avviene mediante l'introduzione nel tubo piezometrico di un'apposita sonda elettrica (freatimetro) collegata ad un cavo metrato. Per quanto di facile lettura, il piezometro a tubo aperto deve essere installato con molta cura al fine di garantirne l'efficacia. La strumentazione da installare in un foro di perforazione, è costituita da un tubo piezometrico in PVC, che si compone di una serie di spezzoni ciechi e filtranti di lunghezza variabile tra 1.5 e 3 m collegati tra loro mediante appositi manicotti di giunzione opportunamente sigillati e lo spezzone di piezometro più profondo dovrà essere chiuso con apposito tappo di fondo. Attorno al tratto finestrato del tubo piezometrico viene posizionata sabbia grossa o ghiaietto pulito che assicurano la permeabilità dell'intero sistema. Nel caso di installazione in luoghi aperti al traffico veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), sarà installato idoneo chiusino carrabile in ghisa, posto in opera a filo della pavimentazione esistente.

#### Piezometro tipo Casagrande

Il piezometro tipo Casagrande, adatto a terreni poco permeabili consente il rilievo, mediante apposita sonda elettrica (freatimetro) munita di cavo metrato, della profondità della superficie piezometrica, attraverso l'inserimento in un foro di sondaggio di un piezometro costituito da un filtro cilindrico collegato a due tubi rigidi in PVC per il raccordo con la superficie. La strumentazione da installare nel foro è costituita da una cella tipo Casagrande, costituita da un cilindro poroso di materiale plastico (ad es. polietilene soffiato) o di ceramica, che dovrà avere un diametro minimo di 50 mm e una lunghezza non inferiore a 200 mm. Il collegamento del cilindro poroso con la superficie è assicurato da due tubi rigidi in PVC. I singoli spezzoni di tubo, di lunghezza generalmente variabile tra 1.5 e 3 m, dovranno essere collegati tra loro da appositi manicotti di giunzione opportunamente sigillati. Qualora si prevedessero misure in continuo le celle Casagrande predisposte per la misura automatica dei livelli di falda, avranno uno dei due tubicini di diametro maggiorato per permettere l'inserimento all'interno della tubazione di un trasduttore di pressione elettrico. Anche per questo tipo di strumento l'installazione implica una particolare cura. La cella viene posizionata all'interno del foro alla quota prevista, e viene posata sabbia grossa o ghiaietto pulito attorno alla cella Casagrande e al di sopra per circa 0.5 m per assicurare la permeabilità del sistema. La protezione della estremità dello strumento è assicurata mediante la creazione di un chiusino di protezione, ben cementato nel terreno. Nel caso di installazione in luoghi aperti al traffico veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), sarà installato idoneo chiusino carrabile in ghisa, posto in opera a filo della pavimentazione esistente.

#### Livellazione topografica

Le livellazioni topografiche sono rivolte al controllo dei cedimenti superficiali indotti da scavi definiti da una rete di punti (capisaldi). Questi capisaldi sono disposti opportunamente rispetto agli assi ortogonali di avanzamento degli scavi, in modo da poter valutare la tipologia del profilo di subsidenza indotto eventualmente dagli scavi stessi. Il caposaldo è



costituito da barre in acciaio (L=0.5m) cementate nel terreno, e adeguatamente attrezzate con una testa emisferica in materiale plastico rigido o metallico protette da un pozzetto di dimensioni minime 300x300mm. La rilevazione viene eseguita tramite lettura ottica su una stadia graduata ed in autolivelli digitali a scansione su apposite stadi dotate di apposita banda. La tipologia di lettura presenta un sistema di auto livellamento dell'asse del cannocchiale e garantisce l'accuratezza di misura nell'ordine del centesimo di millimetro.

#### 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 aspettata 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 eformativ, sulle strutture di sostegno degli scavi nonché direttamente a terra mediante apposito eformati 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 deformativi delle strutture da quella che potranno essere dirette ripercussioni dei lavori previsti in progetto.

### Rilievi LIDAR

Questo telerilevamento di prossimità o a bassa quota (LARS, Low Altitude Remote Sensing) è un insieme di tecniche di raccolta dati attraverso l'uso di sensori di varia natura (ottici, ecc.) montati su vettori (droni, elicotteri radiocomandati con un sistema ricevente digitale) che operano a poche centinaia di metri di quota.

I rilievi Lidar, i cui vantaggi sono molteplici e, nello specifico, riguardano:

- la facilità di impiego della tecnologia;
- i costi contenuti;
- l'ampia ripetibilità dei rilievi;
- la rapidità di intervento e di esecuzione del monitoraggio in aree inaccessibili o in condizioni emergenziali;
- l'ampia disponibilità di sensori ottici;
- la buona copertura spaziale del dato.

Attraverso l'utilizzo per esempio di Spatial Analyst verrà creato raster corrispondente alla differenza ottenuta cella per cella tra le griglie relative ai rilievi che si susseguiranno nel tempo con frequenze minime annuali e sicuramente dopo eventi eccezionali o particolarmente intensi di piena del fiume Arno.

Di seguito si riporta un esempio di trattazione delle immagini.



Nella figura precedente è rappresentato la sequenza delle elaborazioni da svolgere per la definizione delle possibili variazioni del profilo morfologico dell'Arno.

Con la lettera "A" si identifica lo stato iniziale, nella tratta di riferimento, al tempo  $t_0$  (avvio delle attività di monitoraggio), la lettera "B" rappresenta il rilievo eseguito con frequenza stabilita (annuale o dopo eventi rilevanti) al tempo  $t_i$ , la lettera C rappresenta il risultato del confronto "B" – "A" attraverso il quale sarà possibile valutare la variazione della distanza tra l'argine e l'autostrada.

I rilievi Lidar consentiranno il monitoraggio delle sponde del fiume Arno nei tratti in cui il fiume rimane in affiancamento all'autostrada. Si pone la finalità di verificare, nel tempo e sempre dopo eventi eccezionali o particolarmente intensi di piena del fiume Arno, il rispetto della distanza minima e la variazione della distanza tra l'argine e l'autostrada, tali da mappare eventuali arretramenti.

Si prevede un rilievo LIDAR (DTM primo e ultimo impulso) in fase ante opera.

Ulteriori rilievi LIDAR saranno necessari a conclusione dei lavori in alveo e a chiusura dei lavori di ampliamento alla terza corsia nel tratto (quindi almeno tre rilievi). Successivamente ulteriori due voli opzionali saranno richiesti nel caso di eventi di piena importanti o con effetti diffusi di erosione di sponda. Le relazioni dei seguenti rilievi verranno inseriti nei report trimestrali della componente Assetto del Territorio. Il dettaglio della metodica è riportato negli elaborati progettuali (APE702-705) relativi al monitoraggio dei tratti in stretto affiancamento del fiume Arno.

#### 4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

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

Lotto	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
1	12 mesi	42 mesi	12 mesi
2	12 mesi	48 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 **66 mesi** per il lotto 1 e **72 mesi** per il lotto 2. Al termine del primo anno della fase PO dovrà essere valutata, sulla base degli esiti delle misure del primo anno, l'estensione della durata del monitoraggio post operam da uno a 3 anni. Pertanto al termine di tale fase verrà presentata una nota tecnica al Comitato di Controllo individuando le eventuali componenti ambientali per le quali si prevede l'estensione del monitoraggio PO a 3 anni.

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

#### 4.1. Componente Antropica

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

##### 4.1.1. Atmosfera

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata ed elencati nelle tabelle n. 4.1 e 4.2, con le metodiche di riferimento e con frequenza trimestrale per le metodiche A1 ed A2 ed in continuo per la metodica A2bis. Nelle tabelle 4.1 e 4.2 sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1 da pk 317+265 a pk 323+810 e nel lotto 2 da pk 323+810 a pk 335+705.

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possano derivare emissioni significative di polveri, al fine di rilevare le condizioni indisturbate.

Anche per quanto riguarda le misure ante operam finalizzate alla definizione degli impatti prodotti dall'infrastruttura autostradale il monitoraggio dovrà essere svolto prima dell'inizio dei lavori. Il Mezzo Mobile andrà ubicato nel comune di maggiori dimensioni interessate dall'intervento (San Giovanni Valdarno) ed in prossimità di un ricettore sensibile (Ospedale Nuovo Valdarno). Inoltre si valuterà la possibilità di avvalersi di dati provenienti da centraline ENEL esistenti lungo il tracciato di progetto e site nei Comuni di San Giovanni Valdarno e di Figline-Incisa Valdarno.

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 ed A2bis (metodica A2 fase AO e A2bis fase CO) per valutare l'impatto determinato dai cantieri dove le Polveri Sottili (PM10 e PM2.5) possono essere ritenute il principale ed unico inquinante derivante dalle normali attività di cantiere. I siti sono stati ubicati nei recettori più vicini, ai cantieri denominati CO01 e CO03. In prossimità del cantiere CO01 e CO03 saranno previsti per la sola fase di Ante Operam rilievi delle polveri sottili (PM10 e PM2.5) per 15 giorni con campionatore sequenziale. I rilievi verranno ripetuti in tale fase a frequenza trimestrale. Con l'avvio del corso d'opera, presso i due siti presenti nel PMA, verranno installate delle centraline in continuo in modo da rilevare i dati delle polveri sottili (PM10 e PM2.5) per almeno un anno; al termine del primo anno di CO si valuterà, in accordo con Arpat, in base ai risultati del primo anno di monitoraggio ed al cronoprogramma fornito dall'impresa se proseguire con il monitoraggio in continuo o passare a rilievi per campagna a frequenza trimestrale

Inoltre in fase di elaborazione dati si valuteranno, se resi disponibili, i dati rilevati dalle stazioni di misurazione appartenenti alla rete ENEL S. Barbara, che effettua la misurazione non solo dei parametri meteo, ma anche di NOx-NO2 e di PM10-PM2,5

Il monitoraggio ante operam, in corso d'opera e post operam, finalizzato alla valutazione dell'impatto da traffico autostradale, avverrà con metodica A1 (mezzo mobile) con rilevamento in continuo dei dati e secondo le modalità da concordare con ARPAT.

La campagna di monitoraggio post operam deve essere programmata all'interno del primo anno di esercizio dell'opera in progetto.

#### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate e nella Tabella 4.

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

Esempio di codice completo: **A1-IV-IN-A2-01**

**A1** = A1 – Autostrada Milano Napoli

**IV** = Tratta Incisa - Valdarno

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

IN = Incisa Valdarno;

RE = Regello;

CB = Campi Bisenzio;

FV = Figline Valdarno;

SG = San Giovanni Valdarno;

TB = Terranuova Bracciolini;

**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 e PM2.5) per 15 giorni con campionatore sequenziale (ante operam, corso d'opera);

A2bis = Misura in continuo delle polveri sottili (PM10 e PM2.5) con campionatore sequenziale e/o analizzatore (ante operam, corso d'opera);

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		A1	A2	A1	A2bis	A1	A2	
A1-IV-RE-A2bis-01	Cantiere CO01	-	4	-	14*	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi. Rilievi in continuo AO e CO.
<b>TOTALE</b>		-	4	-	14	-	-	

\*Misure in continuo con centralina fissa e restituzione dati a frequenza trimestrale

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	A1	A2bis	A1	A2	
A1-IV-TB-A2bis-02	Cantiere CO03	-	4	-	16*	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi. Rilievi in continuo AO e CO.
A1-IV-SG-A1-03	Esercizio autostradale	4	-	-	-	4	-	Ricettore sensibile Ospedale Nuovo Valdarno
<b>TOTALE</b>		4	4	-	16	4	-	

\*Misure in continuo con centralina fissa e restituzione dati a frequenza trimestrale

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. Come condiviso durante l'incontro con Arpat del 11.12.2020, il modello acustico Post Operam verrà tarato e aggiornato alla data di entrata in esercizio, al fine di valutare il rispetto dei limiti applicabili presso tutti i ricettori, anche laddove non misurati, anche in considerazione delle procedure già condivise nel Comitato Tecnico di Garanzia sulla tratta A1 Firenze nord-Firenze sud, in merito alle verifiche da effettuarsi sui ricettori con valori prossimi ai limiti di legge (incertezza del modello). Eventuali esuberi residui verranno successivamente approfonditi per individuare le possibili soluzioni mitigative.

Le misure verranno eseguite nella fase di ante operam in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicate nella tabella 5 con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento. 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 allegate e indicati in tabella 5. 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. Il monitoraggio PO verrà pianificato con un numero di campagne di misura post operam, da concordare come tempistica e recettori con la Regione e con l'ARPAT, considerando in parallelo anche i diversi fattori che possono influenzare il livello sonoro al ricettore (principalmente: variazioni di volume, composizione e velocità dei veicoli). Inoltre nel monitoraggio PO, come richiesto da Arpat, sono stati inseriti 3 nuovi siti di misura per il rilievo acustico presso le n. 3 scuole Ciliegi, Prulli ed in località Matassino. Inoltre il PMA è stato integrato con n. 7 siti di misura con ricettori che presentano esuberanti dei limiti di legge.

Le misure verranno eseguite una volta e in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati nella tabella 5. Nelle tabelle 5.1 e 5.2 sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1 da pk 317+265 a pk 323+810 e nel lotto 2 da pk 323+810 a pk 335+705.

#### 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: **A1-IV-RE-R2-01**

**A1** = A1 – Autostrada Milano Napoli

**IV** = Tratta Incisa - Valdarno

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

IN = Incisa Valdarno;

RE = Regello;

CB = Campi Bisenzio;

FV = Figline Valdarno;

SG = San Giovanni Valdarno;

TB = Terranuova Bracciolini;

**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	
A1-IV-RE-R2-01	Cantiere CO01	1			14					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 42 mesi.
A1-IV-RE -R4-01	Cantiere CO01			1		14				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 42 mesi.
A1-IV-RE -R5-01	Cantiere CO01						1			
A1-IV-RE-R2-03	Fronte avanzamento	1			14					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 42 mesi.
A1-IV-RE -R4-03	Fronte avanzamento			1		14				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi.
A1-IV-RE -R5-03	Fronte avanzamento						1			
A1-IV-RE-R3-05	Esercizio		1					1		
A1-IV-RE-R3-06	Esercizio		1					1		Fuori Fascia di pertinenza
A1-IV-RE-R3-10	Esercizio		1					1		Ricettore sensibile nuova Scuola in località I Ciliegi
A1-IV-RE-R3-11	Esercizio		1					1		Ricettore sensibile Scuola in località Prulli
A1-IV-RE-R3-12	Esercizio		1					1		Ricettore con superamento limiti
A1-IV-RE-R4b-12	Esercizio								1	Ricettore con superamento limiti
<b>TOTALE</b>		<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</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	
A1-IV-TB-R2-02	Cantiere CO03	1			16					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 48 mesi.
A1-IV-TB -R4-02	Cantiere CO03			1		16				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 48 mesi.
A1-IV-TB -R5-02	Cantiere CO03						1			
A1-IV-SG-R2-04	Fronte avanzamento	1			16					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi.
A1-IV-SG -R4-04	Fronte avanzamento			1		16				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi.
A1-IV-SG -R5-04	Fronte avanzamento						1			
A1-IV-SG-R3-07	Esercizio		1					1		
A1-IV-SG-R3-08	Esercizio		1					1		

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	
A1-IV-SG-R4b-08	Esercizio								1	
A1-IV-SG-R3-09	Esercizio		1					1		Ricettore sensibile Ospedale
A1-IV-FV-R3-13	Esercizio		1					1		Ricettore con superamento limiti
A1-IV-FV-R4b-13	Esercizio								1	Ricettore con superamento limiti
A1-IV-SG-R3-14	Esercizio		1					1		Ricettore con superamento limiti
A1-IV-SG-R4b-14	Esercizio								1	Ricettore con superamento limiti
A1-IV-TB-R3-15	Esercizio		1					1		Ricettore con superamento limiti
A1-IV-TB-R3-16	Esercizio		1					1		Ricettore con superamento limiti
A1-IV-TB-R4b-16	Esercizio								1	Ricettore con superamento limiti
A1-IV-SG-R3-17	Esercizio		1					1		Ricettore con superamento limiti
A1-IV-SG-R4b-17	Esercizio								1	Ricettore con superamento limiti
A1-IV-SG-R3-18	Esercizio		1					1		Ricettore con superamento limiti
A1-IV-FV-R3-19	Esercizio		1					1		Ricettore sensibile Scuola di Figline in località Matassino
<b>TOTALE</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>5</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: A1-IV-RE-R3-05- A1-IV-RE-R3-06
- rispetto limiti con mitigazioni: A1-IV-SG-R3-07- A1-IV-FV-R3-09
- interventi diretti sui ricettori: A1-IV-SG-R3-08

Inoltre viene monitorato un ricettore 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 in tabella 6, 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 da pk 317+265 a pk 323+810 e nel lotto 2 da pk 323+810 a pk 335+705.

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.

Per quanto riguarda i ricettori residenziali posti al di sopra dell'asse della nuova galleria, e anch'essi potenzialmente disturbati dalle vibrazioni indotte dallo scavo della galleria, si specifica che per questi ricettori è prevista la rilocazione temporanea a causa dei fenomeni di subsidenza indotti dallo scavo di gallerie e pertanto non oggetto di monitoraggio.

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

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 strato 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 A1 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: **A1-IV-IN-V1-01**

**A1** = A1 – Autostrada Milano Napoli

**IV** = Tratta Incisa - Valdarno

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

IN = Incisa Valdarno;

RE = Regello;

CB = Campi Bisenzio;

FV = Figline Valdarno;

SG = San Giovanni Valdarno;

TB = Terranuova Bracciolini;

**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	
A1-IV-RE-V1-01	Tratto autostradale	1	-	14	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera. Ricettore Sensibile
A1-IV-RE-V2-01	Tratto autostradale	-	-	-	14	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera. Ricettore sensibile
A1-IV-RE-V1-02	Tratto autostradale	1	-	14	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-IV-RE-V2-02	Tratto autostradale	-	-	-	14	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-IV-RE-V1-03	Tratto autostradale	1	-	14	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-IV-RE-V2-03	Tratto autostradale	-	-	-	14	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>42</b>	<b>42</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	
A1-IV-FV-V1-04	Tratto autostradale	1	-	16	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-IV-FV-V2-04	Tratto autostradale	-	-	-	16	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-IV-TB-V1-05	Tratto autostradale	1	-	16	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-IV-TB-V2-05	Tratto autostradale	-	-	-	16	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>32</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'autostrada è situata nella valle del Fiume Arno e scorre per quasi tutto il tratto in destra idraulica parallelamente a questo, nella zona costituita da depositi alluvionali lasciati dall'Arno e dai suoi affluenti che scendono dalle colline circostanti.

L'area in esame è scarsamente urbanizzata; la maggior parte del territorio attraversato dall'infrastruttura è prevalentemente di tipo agricolo, caratterizzato dalla presenza di edifici legati all'attività agricola, molti dei quali assumono valore storico-culturale, ed è interessato dall'ambito del fiume Arno che per buona parte scorre parallelamente all'autostrada. Il fiume rappresenta una risorsa essenziale del territorio dal punto di vista ecologico, paesistico, testimoniale e sociale; gli strumenti urbanistici comunali intendono infatti promuovere la salvaguardia e il miglioramento delle caratteristiche ecologiche e ambientali del fiume, con particolare riferimento alla formazione dei corridoi biologici, quali aree di diffusione ed espansione delle specie animali e vegetali. Il corso d'acqua più significativo è ovviamente il fiume Arno, mentre gli altri corsi d'acqua sono di importanza decisamente inferiore.

Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano numerosi fossi di campagna per la bonifica e l'irrigazione tipici di un contesto agricolo, ampiamente sfruttato e antropizzati. I canali artificiali non sono molti, ma parecchi corsi d'acqua di origine naturale 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).

Si riporta di seguito una breve descrizione delle caratteristiche dei principali corsi d'acqua interessati dall'ampliamento della sede autostradale (in ordine procedendo da Incisa verso Valdarno).

#### Fiume Arno

Il Fiume Arno, in corrispondenza della zona in esame, ha un bacino di circa 3.600 km<sup>2</sup> e una portata media annua presso la foce di circa 110 m<sup>3</sup>/s. Nasce sul versante meridionale del Monte Falterona, nell'Appennino tosco-romagnolo, a quota 1.358 m sul livello del mare, e sfocia nel Mar Ligure poco dopo aver attraversato Pisa.

Ai fini del presente piano di monitoraggio risulta d'interesse la porzione di Fiume Arno che scorre nella porzione di bacino denominata Valdarno Superiore, ovvero la lunga valle delimitata a destra dal Pratomagno e a sinistra dai rilievi del Chianti della Provincia di Siena.

In questo territorio l'Arno si è scavato profondamente il suo corso, per cui il fondovalle è relativamente stretto e percorso da grandi arterie di comunicazione (SS 69, autostrada A1 del Sole, ferrovia e direttissima Firenze - Roma).

A dispetto della notevolissima estensione del suo bacino idrografico (il 5° d'Italia dopo Po, Tevere, Adige e Tanaro), l'Arno ha un regime estremamente torrentizio, a causa della natura dei terreni da cui fluiscono le sue acque; da ciò si spiegano le magre quasi totali lungo tutto il corso: a Firenze ad esempio a fronte di una portata media annua copiosa di circa 50 m<sup>3</sup>/s, il fiume può scendere anche, in estati particolarmente siccitose, a valori di appena 1 m<sup>3</sup>/s.

#### Fosso di Cetina e Borro di Ricavo

Il Fosso di Cetina ed il Borro di Ricavo ubicati nelle vicinanze del casello autostradale di Incisa sono dei piccoli corsi d'acqua in cui, durante la fase di corso d'opera, confluiranno rispettivamente le acque del Campo Base CB01 e Cantiere CO01 e le acque del Cantiere CO02.

#### Torrente Chiesimone

Il Torrente Chiesimone nasce alle pendici del Poggio della Risala (m 1486) ed è un affluente di destra del fiume Arno al Podere Pian di Rona. Tale corso d'acqua sarà interessato dall'ampliamento del manufatto di attraversamento alla progressiva pK 321+880.

#### Torrente Resco

Il torrente Resco nasce dal Poggio Vorno di Sasso (1537 m s.l.m.) ed è affluente di destra dell'Arno, in cui si immette all'altezza di Figline Valdarno, dopo circa 15 km di percorso, 13,4 km dei quali interessano la Provincia di Arezzo. Nel tratto aretino, il torrente scorre prevalentemente incassato in un letto roccioso e, specialmente nel suo tratto superiore, presenta ottime caratteristiche fisico-chimiche per la sopravvivenza di popolazioni di Salmonidi. La qualità delle acque subisce un parziale deterioramento soltanto dopo che il torrente ha attraversato l'abitato di Pian di Scò e decade notevolmente procedendo verso valle.

#### Torrente Faella

Il Torrente Faella nasce a m 867, fra il monte Cocollo, (m 881) e il Poggio Montrago (m 1281) ed è affluente di destra del fiume Arno presso Figline Valdarno. Scorre interamente nella Provincia di Arezzo e per lungo tratto è confine dei comuni di Pian di Scò e Castelfranco di Sopra. Il suo nome è legato al paese Faella frazione industriale del Comune di pian di Scò. Il corso del torrente è impetuoso e ripido nella parte montana con piccole cascate e ripide. Molto spesso aveva tendenza allo straripamento inondando il paese omonimo ma recentemente lavori di sistemazione idraulica lo hanno protetto dalle esondazioni costruendo alti argini e ripulendo l'alveo. Buona parte del suo corso si insinua nei caratteristici calanchi valdarnesi erodendone fin dall'antichità gli strati terrosi e sassosi.

#### Borro delle Volpaie, Borro di Riofi delle Cave e Borro delle Ville

Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano numerosi fossi di campagna per la bonifica e l'irrigazione tipici di un contesto agricolo, ampiamente sfruttato e antropizzato. Tali aste generalmente attraversano l'autostrada mediante tombini circolari di diametro variabile da 600 a 2500 mm.

#### Torrente Ciuffenna

Il Torrente Ciuffenna nasce dal Poggio di Varco di Castelfranco (1267 m s.l.m.) ed è affluente di destra dell'Arno, in cui confluisce a S. Giovanni Valdarno dopo 22 km di percorso. I due rami superiori del Ciuffenna (Borro di Pratomagno e Borro di Contea), fino alla loro unione presso l'abitato di Loro Ciuffenna, scorrono in una zona di valore paesaggistico, caratterizzata da un aspetto floro-faunistico di grande pregio. Anche la porzione mediana di torrente, presenta buone caratteristiche fisico-chimiche ed ambientali.

Procedendo ulteriormente verso valle le caratteristiche chimico-fisiche decadono, a seguito dell'attraversamento di alcuni centri abitati che scaricano le acque reflue nel corso d'acqua.

Nella tabella seguente sono riportati i corsi d'acqua principali dal punto di vista delle portate idrologiche che vengono attraversati dall'autostrada A1 tra Incisa e Valdarno, con l'indicazione della progressiva relativa all'attraversamento e il Consorzio di Bonifica competente per territorio.

Corso d'acqua	Progressiva attraversamento (Km)	Consorzio competente
Fiume Arno	318+553	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Fosso di Cetina	319+331	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Borro di Ricavo	320+346	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Torrente Chiesimone	321+880	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Torrente Resco	324+861	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Torrente Faella	326+350	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Borro delle Volpaie	327+440	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Borro di Riofi delle Cave	331+633	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Borro delle Ville	332+991	Comprensorio di Bonifica Valdarno
Torrente Ciuffenna	335+216	Comprensorio di Bonifica Valdarno

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: **A1-IV-IN-SU-AR-01**

**A1** = A1 – Autostrada Milano Napoli

**IV** = Tratta Incisa - Valdarno

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

IN = Incisa Valdarno;

RE = Regello;

CB = Campi Bisenzio;

FV = Figline Valdarno;

SG = San Giovanni Valdarno;

TB = Terranuova Bracciolini;

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

**AR** = individuazione punto di misura: "Fiume Arno"

AR = Fiume Arno;

CE = Fosso di Cetina;

RI = Borro di Ricavo;

CH = Torrente Chiesimone;

RE = Torrente Resco;

FA = Torrente Faella;

VO = Borro delle Volpaie;

RC = Borro di Riofi delle Cave;



VI = Borro delle Ville;  
 CU = Torrente Ciuffenna;

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

La tabella seguente riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune suddivise tra lotto 1 e lotto 2.

Stazione	Denominazione	Comune
A1-IV-RE-SU-AR-01	Fiume Arno monte	Reggello
<b>A1-IV-RE-SU-AR-02</b>	<b>Fiume Arno valle</b>	<b>Reggello</b>
A1-IV-RE-SU-CE-03	Fosso di Cetina monte	Reggello
<b>A1-IV-RE-SU-CE-04</b>	<b>Fosso di Cetina valle cantiere</b>	<b>Reggello</b>
A1-IV-RE-SU-CE-05	Fosso di Cetina valle autostrada	Reggello
A1-IV-RE-SU-RI-06	Borro di Ricavo monte	Reggello
A1-IV-RE-SU-RI-07	Borro di Ricavo valle autostrada	Reggello
A1-IV-RE-SU-RI-08	Borro di Ricavo valle cantiere	Reggello
A1-IV-RE-SU-CH-09	Torrente Chiesimone monte	Reggello
A1-IV-RE-SU-CH-10	Torrente Chiesimone valle	Reggello

Tabella 7.1 – Elenco stazioni di monitoraggio lotto 1 (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

Stazione	Denominazione	Comune
A1-IV-FV-SU-RE-11	Torrente Resco monte	Figline Valdarno
<b>A1-IV-FV-SU-RE-12</b>	<b>Torrente Resco valle</b>	<b>Figline Valdarno</b>
A1-IV-FV-SU-FA-13	Torrente Faella monte	Figline Valdarno
A1-IV-FV-SU-FA-14	Torrente Faella valle	Figline Valdarno
A1-IV-FV-SU-VO-15	Borro delle Volpaie monte	Figline Valdarno
A1-IV-FV-SU-VO-16	Borro delle Volpaie valle	Figline Valdarno
A1-IV-TB-SU-RC-17	Borro di Riofi delle Cave monte	Terranuova Bracciolini
A1-IV-SG-SU-RC-18	Borro di Riofi delle Cave valle	San Giovanni Valdarno
<b>A1-IV-SG-SU-VI-19</b>	<b>Borro delle Ville monte</b>	<b>San Giovanni Valdarno</b>
A1-IV-SG-SU-VI-20	Borro delle Ville valle	San Giovanni Valdarno
A1-IV-TB-SU-CU-21	Torrente Ciuffenna monte	Terranuova Bracciolini
<b>A1-IV-TB-SU-CU-22</b>	<b>Torrente Ciuffenna valle</b>	<b>Terranuova Bracciolini</b>

Tabella 7.2 – Elenco stazioni di monitoraggio lotto 2 (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

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 indice STAR ICMi (MHP) (A6), un set relativo all'Indice Diatomico (A6BIS), un set relativo all'Indice di Funzionalità Fluviale IFF (A7). In tabella 8 si riporta il dettaglio dei parametri contenuti nei vari set:

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
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 TORB - Torbidità
A3	C.O.D. Idrocarburi totali Cromo totale Nichel Zinco Cadmio Cloruri Solfati Calcio Alluminio IPA Tensioattivi anionici
A4	Escherichia Coli Ammoniaca Nitriti Nitrati BOD5
A5 (sedimenti)	Nichel Cromo Cadmio Rame Zinco IPA Idrocarburi C>12
A6	Indice STAR_ICMi (MHP)
A6BIS	Indice Diatomico
A8	I.F.F. – Indice di Funzionalità Fluviale

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.

SET A3– 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.

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 A6BIS

In questo set di parametri rientra la determinazione dell'indice Diatomico. L'EPI-D, ovvero "Eutrophication and/or Pollution Index - Diatom based", è un indice integrato ponderato di eutrofizzazione e/o inquinazione basato sulla sensibilità delle Diatomee alle condizioni ambientali, soprattutto alla sostanza organica, ai nutrienti ed ai sali minerali disciolti in acqua, in particolare ai cloruri. L'indice esprime pertanto un giudizio sulla qualità globale del corpo idrico, con riferimento al suo stato trofico ed ai fenomeni di inquinazione organica e minerale.

#### SET A8

Il set A8 prevede la determinazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F. – APAT 2007); si tratta di una metodologia di rilevamento che permette di valutare la funzionalità ecologica degli ecosistemi fluviali; oltre all'ambiente acquatico l'indice prende in considerazione l'ambiente terrestre che insiste sul corso d'acqua e che ne condiziona la stabilità e la funzionalità trofica, rivalutando in particolare la funzione della zona riparia come ecotono di separazione tra l'ecosistema propriamente acquatico e l'ecosistema terrestre. La determinazione dell'indice consiste in una scheda di 14 domande suddivise nei seguenti gruppi funzionali: condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive, individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua, caratteristiche biologiche attraverso analisi della comunità macrobentica e macrofita e della conformazione del detrito. Il valore di IFF finale permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la funzionalità del corso d'acqua (9 classi da ottimo a pessimo). Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso tra il regime idrologico di morbida e quello di magra, e comunque in un periodo di attività vegetativa. Il tratto fluviale analizzato sarà sufficientemente esteso per individuare eventuali alterazioni e modifiche indotte dalle lavorazioni autostradali ed interesserà, per ogni corso d'acqua, sia il tratto a monte che a valle dell'interferenza autostradale.

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

Stazione	Denominazione	Set di Misure
A1-IV-RE-SU-AR-01	Fiume Arno monte	A2+A3+A6+A6BIS+A8*
<b>A1-IV-RE-SU-AR-02</b>	<b>Fiume Arno valle</b>	<b>A2+A3+A6+A6BIS+A8*</b>
A1-IV-RE-SU-CE-03	Fosso di Cetina monte	A2+A3+A4+A5
<b>A1-IV-RE-SU-CE-04</b>	<b>Fosso di Cetina valle cantiere</b>	<b>A2+A3+A4+A5</b>
A1-IV-RE-SU-CE-05	Fosso di Cetina valle autostrada	A2+A3+A4+A5
A1-IV-RE-SU-RI-06	Borro di Ricavo monte	A2+A3+A5
A1-IV-RE-SU-RI-07	Borro di Ricavo valle autostrada	A2+A3+A5
A1-IV-RE-SU-RI-08	Borro di Ricavo valle cantiere	A2+A3+A5
A1-IV-RE-SU-CH-09	Torrente Chiesimone monte	A1+A2+A3+A5+A6+A6BIS
A1-IV-RE-SU-CH-10	Torrente Chiesimone valle	A1+A2+A3+A5+A6+A6BIS
A1-IV-FV-SU-RE-11	Torrente Resco monte	A1+A2+A3+A5+A6+ A6BIS+A8*
<b>A1-IV-FV-SU-RE-12</b>	<b>Torrente Resco valle</b>	<b>A1+A2+A3+A5+A6+A6BIS+A8*</b>
A1-IV-FV-SU-FA-13	Torrente Faella monte	A1+A2+A3+A5
A1-IV-FV-SU-FA-14	Torrente Faella valle	A1+A2+A3+A5
A1-IV-FV-SU-VO-15	Borro delle Volpaie monte	A2+A3+A5

A1-IV-FV-SU-VO-16	Borro delle Volpaie valle	A2+A3+A5
A1-IV-TB-SU-RC-17	Borro di Riofi delle Cave monte	A1+A2+A3+A5
A1-IV-SG-SU-RC-18	Borro di Riofi delle Cave valle	A1+A2+A3+A5
<b>A1-IV-SG-SU-VI-19</b>	<b>Borro delle Ville monte</b>	<b>A1+A2+A3+A5+A6+A6BIS</b>
A1-IV-SG-SU-VI-20	Borro delle Ville valle	A1+A2+A3+A5+A6+A6BIS
A1-IV-TB-SU-CU-21	Torrente Ciuffenna monte	A1+A2+A3+A5+A6+A6BIS+ A8*
<b>A1-IV-TB-SU-CU-22</b>	<b>Torrente Ciuffenna valle</b>	<b>A1+A2+A3+A5+A6+ A6BIS+A8*</b>

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

Tabella 9 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

Per quanto riguarda il Fiume Arno si precisa che non è stato previsto il set A5 in quanto risulta di difficile attuazione a causa delle elevate portate del corso d'acqua non guadabile.

Il punto di monitoraggio A1-IV-RE-SU-CH-08 verrà mantenuto anche durante i previsti lavori per la cassa Prulli nel qual caso ci fossero potenziali interferenze sul corso d'acqua.

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. Per quanto riguarda la fase di corso d'opera la frequenza è riportata nella tabella sottostante. Per le fasi dei lavori più gravose, potrebbe essere utilizzata una frequenza di misura maggiore di quella riportata, nel caso di particolari esigenze di controllo dei fenomeni a seguito di specifiche richieste degli Enti di Controllo.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
A1, A2	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A3, A4, A5	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A6, A6BIS	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A8	Annuale	Annuale	Annuale (Si ipotizza un periodo di Post Operam pari a 2 anni)

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

Si riporta di seguito il dettaglio delle sezioni e le caratteristiche della strumentazione in continuo.

Stazione	Denominazione	Strumentazione in continuo
A1-IV-RE-SU-AR-02	Fiume Arno valle	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità, mm pioggia
A1-IV-RE-SU-CE-04	Fosso di Cetina valle	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità
A1-IV-FV-SU-RE-10	Torrente Resco valle	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità
A1-IV-SG-SU-VI-19	Borro delle Ville monte	Livello idrometrico (H), mm pioggia
A1-IV-TB-SU-CU-18	Torrente Ciuffenna valle	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità

Tabella 11 – Strumentazione in continuo

Le misure idrometriche sulla stazione A1-IV-RE-SU-AR-02 verranno confrontate e tarate rispetto alla stazione idrometrica TOS01004591 della regione Toscana.

Come scritto precedentemente le centraline in continuo saranno installate prevalentemente a valle delle aree di cantiere a maggior rischio di interazione con i corsi d'acqua e mantenute per il solo periodo dei lavori o di esecuzione delle attività a rischio.

L'ubicazione esatta e la fattibilità verranno valutate successivamente alla fase di Ante Operam a seguito degli esiti delle misure e dei sopralluoghi del primo anno.

Per quanto riguarda invece il Borro delle Ville è stata inserita nel piano di monitoraggio l'installazione ed il controllo in continuo del livello nella sezione posta a monte dell'autostrada e della SR69 in ragione della condizione di elevato rischio idraulico. L'esatta ubicazione della stazione idrometrica per i rilievi dei livelli verrà individuata a seguito di sopralluoghi conoscitivi dell'area e del corso d'acqua che verranno eseguiti durante la fase di AO. Durante tali sopralluoghi si valuterà la fattibilità di determinare la scala di deflusso per il calcolo della portata.

Per la correlazione dei dati di monitoraggio con i dati pluviometrici verranno utilizzate le stazioni meteo della Regione Toscana di Incisa valle (TOS01004591), Casa Rota (TOS11000516) e Piandiscò (TOS01000881) oltre alle stazioni pluviometriche che saranno installate ai punti A1-IV-RE-SU-AR-02 e A1-IV-SG-SU-VI-19.

Nelle relazioni trimestrali di componente verranno riportati in forma tabellare e/o grafica i livelli idrometrici della stazione idrometrica della Regione Toscana di Montevarchi (TOS01004571) in caso la portata del fiume Arno risulti significativa e verranno messi in relazione con le stazioni di misura in continuo su Arno a Incisa, Cetina, Resco e Ciuffenna.

#### **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.

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

L'ubicazione dei siti di monitoraggio per la componente in oggetto è stata individuata seguendo le indicazioni appena descritte. In aggiunta, a seguito della prescrizione 9.3.1. della Commissione VIA, nel caso in cui i piezometri installati nel corso delle indagini geognostiche per lo sviluppo del Progetto Esecutivo non fossero ispezionabili e non fosse esauriente la documentazione presentata nel Progetto Esecutivo, è stato deciso di installare 2 piezometri (presumibilmente in asse della Galleria Bruschetto) attrezzandoli per effettuare una prova di emungimento al fine di determinare i parametri caratteristici dell'acquifero e ricostruire l'andamento della falda.

L'ubicazione di tali captazioni sarà definita a seguito di eventuali sopralluoghi e valutazioni del caso.

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: **A1-IV-IN-SO-PP-01**

**A1** = A1 – Autostrada Milano Napoli

**IV** = Tratta Incisa - Valdarno

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

IN = Incisa Valdarno;

RE = Regello;

CB = Campi Bisenzio;

FV = Figline Valdarno;

SG = San Giovanni Valdarno;

TB = Terranuova Bracciolini;

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

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

PP = Pozzo privato;

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

La tabella riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune. I siti ricadono tutti nel lotto 1

Stazione	Denominazione	Comune
A1-IV-RE-SO-GB-N1	Galleria Bruschetto imbocco nord	Reggello
A1-IV-RE-SO-PZ-01	Piezometro Galleria Bruschetto Asse 01 (verificare PE)	Reggello
A1-IV-RE-SO-PZ-02	Piezometro Galleria Bruschetto Asse 02 (verificare PE)	Reggello
A1-IV-RE-SO-PZ-2B	Piezometro SV2B	Reggello
A1-IV-RE-SO-PP-43	Pozzo Canniccio cod provincia 3943	Reggello
A1-IV-RE-SO-PP-83	Pozzo Torre del Castellano cod provincia 39883	Reggello
A1-IV-RE-SO-PP-84	Pozzo Torre del Castellano cod provincia 39884	Reggello
A1-IV-RE-SO-PP-85	Pozzo Torre del Castellano cod provincia 39885	Reggello
A1-IV-RE-SO-PP-86	Pozzo Poggio al Pecchio cod provincia 39886	Reggello
A1-IV-RE-SO-PP-87	Pozzo Torre del Castellano cod provincia 39887	Reggello
A1-IV-RE-SO-PP-67	Pozzo Cortazzi cod provincia 24967	Reggello
A1-IV-RE-SO-PZ-11	Piezometro SSB11	Reggello
A1-IV-RE-SO-GB-S2	Galleria Bruschetto imbocco sud	Reggello

Tabella 11 – Elenco stazioni di monitoraggio del lotto 1

I parametri di misura comprendono un set standard (B1+B2) da rilevare su tutti i punti in occasione di ogni campagna e due set di parametri specifici addizionali (B3) finalizzato alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sottterraneo; è inoltre previsto uno specifico set di parametri (B5) da effettuare in corrispondenza degli imbocchi della Galleria Bruschetto finalizzato al monitoraggio qualitativo delle acque intercettate dalle gallerie; in corrispondenza degli imbocchi verrà inoltre effettuata la misura della portata cumulata delle venute idriche intercettate durante le

operazioni di scavo; è inoltre prevista l'esecuzione di prove di emungimento (B6) da effettuare in corrispondenza di 2 piezometri.

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
B1	LP – livello piezometrico o QV – portata volumetrica
B2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica
B3	Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri
B5	Metalli (Alluminio, Cromo, Ferro, Manganese, Rame) Nitrati Escherichia coli Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri Idrocarburi policiclici aromatici Idrocarburi totali
B6	Prova di emungimento

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.

### SET B5

Il set B5 prevede un set di parametri specifici per la caratterizzazione qualitativa delle acque intercettate dalle gallerie.

### SET B6

Il set B6, ovvero la prova di emungimento, fornisce delle indicazioni sperimentali circa la potenzialità della falda sfruttata.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A1-IV-RE-SO-GB-N1	Galleria Bruschetto imbocco nord	B1 (QV)+B2+B5
A1-IV-RE-SO-PZ-01	Piezometro Galleria Bruschetto Asse 01	B1 (LP)+B2+B3+B6
A1-IV-RE-SO-PZ-02	Piezometro Galleria Bruschetto Asse 02	B1 (LP)+B2+B3+B6
A1-IV-RE-SO-PZ-2B	Piezometro SV2B	B1 (LP)
A1-IV-RE-SO-PP-43	Pozzo Canniccio cod provincia 3943	B1 (LP)+B2+B3
A1-IV-RE-SO-PP-83	Pozzo Torre del Castellano cod provincia 39883	B1 (LP)+B2+B3
A1-IV-RE-SO-PP-84	Pozzo Torre del Castellano cod provincia 39884	B1 (LP)+B2+B3
A1-IV-RE-SO-PP-85	Pozzo Torre del Castellano cod provincia 39885	B1 (LP)+B2+B3
A1-IV-RE-SO-PP-86	Pozzo Poggio al Pecchio cod provincia 39886	B1 (LP)+B2+B3
A1-IV-RE-SO-PP-87	Pozzo Torre del Castellano cod provincia 39887	B1 (LP)+B2+B3
A1-IV-RE-SO-PP-67	Pozzo Cortazzi cod provincia 24967	B1 (LP)+B2+B3
A1-IV-RE-SO-PZ-11	Piezometro SSB11	B1 (LP)
A1-IV-RE-SO-GB-S2	Galleria Bruschetto imbocco sud	B1 (QV)+B2+B5

Tabella 13 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Si riportano di seguito le frequenze delle indagini suddivise per set e per fase di monitoraggio; le cadenze di monitoraggio sono state individuate sulla base di valutazioni di carattere generale sulla tipologia delle indagini pianificate e sulla variabilità media dei parametri oggetto di indagine osservata nell'ambito di analoghe esperienze di monitoraggio. Tali frequenze sono sufficienti ad una caratterizzazione di massima degli andamenti stagionali sia in fase Ante Operam che in fase di Corso d'Opera; resta inteso che in funzione degli avanzamenti delle lavorazioni le cadenze di indagine potranno essere variate per adattarsi alle particolari condizioni locali. In particolare per le fasi dei lavori più gravose, potrebbe essere utilizzata una frequenza di misura maggiore di quella riportata, nel caso di particolari esigenze di controllo dei fenomeni a seguito di specifiche richieste degli Enti di Controllo.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
B1, B2	mensile	mensile	mensile
B3	trimestrale	trimestrale	trimestrale
B5	-	trimestrale	trimestrale
B6	annuale	-	annuale

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

Per la correlazione dei dati di monitoraggio con i dati pluviometrici verranno utilizzate le stazioni meteo della Regione Toscana di Incisa valle (TOS01004591), Casa Rota (TOS11000516) e Piandiscò (TOS01000881) oltre alle stazioni pluviometriche che saranno installate ai punti A1-IV-RE-SU-AR-02 e A1-IV-SG-SU-VI-19.



### 4.3. Settore naturale

Per tale matrice ambientale in analogia a quanto verrà fatto per tutte le componenti monitorate, al termine del primo anno di post operam verrà presentata una nota tecnica al Comitato di Controllo individuando le eventuali componenti ambientali per le quali si prevede l'estensione del monitoraggio PO a 3 anni.

#### 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 nelle Tabelle 15.1 e 15.2 dove sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1 da pk 317+265 a pk 323+810 e nel lotto 2 da pk 323+810 a pk 335+705.

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

Codice completo: **A1- IV- RE- NA- FN- 01**

**A1** = A1 – Autostrada Milano - Napoli

**IV** = Tratta Incisa - Valdarno

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

IN = Incisa Valdarno;

RE = Regello;

CB = Campi Bisenzio;

FV = Figline Valdarno;

SG = San Giovanni Valdarno;

TB = Terranuova Bracciolini;

**NA** = Naturale

**FN** = Metodica di monitoraggio

FA = Censimento Avifauna

FN = Censimento Anfibi

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° RILIEVI/ANNO						NOTE
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN	
A1-IV-RE-NA-FA-01	Viadotto Arno	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi
A1-IV-RE-NA-FN-01	Viadotto Arno		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi
A1-IV-RE-NA-FA-02	Fosso Cetina	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi
A1-IV-RE-NA-FN-02	Fosso Cetina		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° RILIEVI/ANNO						NOTE
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN	
A1-IV-FV-NA-FA-03	Borro Faella	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
A1-IV-FV-NA-FN-03	Borro Faella		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
A1-IV-FV-NA-FA-04	Arno a Restone	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
A1-IV-FV-NA-FN-04	Arno a Restone		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
A1-IV-SG-NA-FA-05	Arno a Renacci	5		5		5		Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
A1-IV-SG-NA-FN-05	Arno a Renacci		4		4		4	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>15</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	

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

#### 4.3.1. Vegetazione

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie allegate e nelle Tabelle sottostanti dove sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1 da pk 317+265 a pk 323+810 e nel lotto 2 da pk 323+810 a pk 335+705.

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

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

##### Ubicazione delle stazioni di misura

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

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

Codice completo: **A1- IV- RE- NA- E2- 01**

**A1** = A1 – Autostrada Milano - Napoli

**IV** = Tratta Incisa - Valdarno

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

IN = Incisa Valdarno;

RE = Regello;

CB = Campi Bisenzio;

FV = Figline Valdarno;

SG = San Giovanni Valdarno;

TB = Terranuova Bracciolini;

NA = Naturale

E2 = Metodica di monitoraggio

E2 = Rilievo fitosociologico.

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° RILIEVI/ANNO			NOTE
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam	
Codice	Denominazione	E2	E2	E2	
A1-IV-RE-NA-E2-01	Viadotto Arno	3	3	3	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi
A1-IV-RE-NA-E2-02	Fosso Cetina	3	3	3	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi
SITO DI CONTROLLO		3	3	3	Si ipotizza un corso d'opera di 42 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° RILIEVI/ANNO			NOTE
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam	
Codice	Denominazione	E2	E2	E2	
A1-IV-FV-NA-E2-03	Borro Faella	3	3	3	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
A1-IV-FV-NA-E2-04	Arno a Restone	3	3	3	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
A1-IV-SG-NA-E2-05	Arno a Renacci	3	3	3	Si ipotizza un corso d'opera di 48 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	

Tabella 16.2 - Piano delle misure da effettuare – Vegetazione - Lotto2

È inoltre previsto il monitoraggio delle opere a verde inserite nel progetto dell'opera e riportate di seguito. La durata di tale monitoraggio post operam sarà di almeno un anno.

Codice intervento	Direzione	Km iniziale	Km finale	Lunghezza tratto
IA001	N	Imbocco Nord Galleria Bruschetto Km 1+398		
IA002	N	Imbocco Sud Galleria Bruschetto Km 1+896		
IA003	S	323+400	323+555	155
IA006	N	Area di cantiere CO01		
IA007	N	Area di supporto CO08		

Tabella 17.1 - Piano delle misure da effettuare nei siti di ripristino - lotto 1.

Codice intervento	Direzione	Km iniziale	Km finale	Lunghezza tratto
IA004	N	330+400	330+670	270
IA005	S	332+000	332+170	170

Tabella 17.2 - Piano delle misure da effettuare nei siti di ripristino - lotto 2.

#### 4.4. Settore Assetto Fisico del Territorio

L'area in cui si inserisce il tracciato autostradale è caratterizzato da una morfologia di tipo collinare con quote che variano tra circa 110 m a N e circa 200 m s.l.m. sui rilievi collinari e può essere suddiviso essenzialmente in due settori:

1. Da inizio intervento (riva sinistra del Fiume Arno, che in questo tratto scorre da S a N) fino allo svincolo di Incisa, la morfologia è controllata principalmente dalla struttura e dalla litologia.

In questo tratto, infatti, è presente una zona di alto morfologico che interseca il tracciato in corrispondenza dell'altura denominata Il Canniccio q. 190 m circa e che costituiva un Horst il quale suddivideva i due paleo-bacini di Palazzolo e del Valdarno superiore. L'Arno scorre incassato, con un andamento a meandri scavato nei calcari della Formazione di Monte Morello, affiorante lungo le scarpate.

2. Oltre lo svincolo di Incisa si entra nella pianura alluvionale del F. Arno, nell'area geografica del Bacino del Valdarno Superiore. Quest'ultimo occupa una fascia di territorio allungata in Valdarno, è impostata sui depositi recenti ed attuali dell'Arno, che per lunghi tratti costeggia direzione NW-SE di lunghezza pari a circa 45 km e larghezza massima di 10-12km delimitata a NE dalla dorsale del Pratomagno e a SW dai Monti del Chianti. La piana dell'autostrada con andamento rettilineo, i rilievi collinari, per lo più blandi, si sviluppano nei depositi sciolti Pleistocenici. I versanti, data la tipologia prevalente dei materiali in cui risultano per lo più impostati (argille e limi), sono spesso caratterizzati dalla presenza di frane per lo più attive.

Il tracciato si svolge nella pianura alluvionale dell'Arno e solo in alcuni punti lambisce i versanti in aree esenti da elementi morfologici ricollegabili a dissesti. Alcune problematiche, peraltro in fase di risoluzione, sono state rilevate nell'area denominata "Poggilupi".

La fascia di 2 km a cavallo del tracciato comprende in massima parte la pianura alluvionale dell'Arno in sinistra e destra idrografica, e per il rimanente comprende le propaggini dei versanti che dalla pianura alluvionale salgono verso il livello modale dell'antica superficie lacustre. A livello generale i versanti sono interessati da fenomeni gravitativi le cui tipologie principali (per estensione e presenza) sono riconducibili a movimenti a cinematismo lento (soliflusso) e a franosità diffusa.

Ricapitolando, come riportato nella Relazione Generale (STP002), *"di seguito si segnalano le principali problematiche dal punto di vista geologico che potrebbero interessare il tracciato:*

#### Variante Galleria Bruscheto

La galleria in variante sarà scavata principalmente nella Formazione di Monte Morello (MML), costituita principalmente da calcari e calcari marnosi. Sulla base dei sondaggi geognostici, si evidenzia che la qualità dell'ammasso roccioso risulta, a tratti, molto scadente, con presenza di ambiti completamente fratturati collocabili anche alla quota della galleria. Sul profilo geologico sono evidenziati mediante soprassegno gli ambiti più tettonizzati che sono stati attraversati dalle perforazioni. Nelle zone di imbocco il materiale roccia appare intensamente alterato per spessori metrici.

#### Asse A1

*Le principali problematiche connesse con i tratti in ampliamento all'aperto sono legate ai seguenti fattori principali:*

- *Presenza di depositi fini, di età Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, contenenti livelli di materiale torboso. La quasi totalità del tracciato si imposta su*

*depositi alluvionali in evoluzione, ma a profondità comprese fra 5 e 10 m si incontrano i depositi prevalentemente limosi della formazione dei Limi di Terranuova. Nella parte terminale del tracciato, al di sotto dei Limi si ritrova il Membro di Montecarlo della Formazione delle Sabbie di Palazzetto, anch'esso caratterizzato dalla presenza di materiale torboso.*

- *Frana al ~ km 334+200: in prossimità dello svincolo di S. Giovanni Valdarno è presente un'area di dissesto (zona Poggilupi) in adiacenza all'autostrada. Tale area è al momento oggetto di lavori di sistemazione connessi alla realizzazione della variante alla SR69*
- *Fiume Arno: buona parte del tracciato risulta ubicato in prossimità dell'Arno, talora andando ad interessare la zona di esondazione del corso d'acqua (Fascia A del PAI)."*

Per la galleria Bruschetto il progetto definitivo prevede, oltre ai normali controlli in sottoterraneo, un monitoraggio geotecnico di superficie dei due imbocchi, degli edifici presenti sulla galleria e di tutto il tracciato, con il controllo del fenomeno della subsidenza. Il progetto prevede l'installazione di inclinometri, piezometri, un estensoinclinometro in asse con la galleria, di miniprismi intorno agli edifici, oltre che di numerosi pilastrini con mire ottiche lungo tutto l'asse della galleria e trasversalmente ad esso (elab.TUN-1945).

Analogamente a quanto fatto per altre tratte (Barberino-Firenze Nord e Firenze Sud-Incisa), durante l'esecuzione dei lavori i report di monitoraggio ambientale verranno integrati con le evidenze del monitoraggio geotecnico e topografico. Preme però specificare che il monitoraggio geotecnico e quello ambientale, pur controllando gli stessi fenomeni, hanno finalità differenziate e di conseguenza tempistiche e modalità di gestione diverse fra loro. In particolare il monitoraggio geotecnico è mirato alla realizzazione delle opere e coinvolge direttamente sia l'Appaltatore, sia la Direzione Lavori, mentre il monitoraggio ambientale, pur coordinandosi con la Direzione Lavori per contestualizzare gli eventuali fenomeni rilevati, riguarda i ricettori esterni ed ha una gestione autonoma e in capo all'Ufficio di Monitoraggio Ambientale.

Nello specifico, riguardo la galleria Bruschetto, all'interno dei report trimestrali per la componente Assetto del Territorio, verranno riportate anche le evidenze degli strumenti di monitoraggio geotecnico e topografico relativi al fenomeno di subsidenza.

#### Individuazione dei siti di monitoraggio

Premesso che il progetto definitivo prevede un controllo topografico e/o geotecnico di tutte le opere da realizzare, nel piano di monitoraggio del settore Assetto Fisico del Territorio vengono considerati i settori del tracciato autostradale dove si individua la concomitanza, o almeno una delle due, delle seguenti condizioni:

- aree con propensione al dissesto così codificate:
  - **A1**: frana attiva;
  - **A2**: frana quiescente;
  - **A1d**: franosità diffusa;
  - **A3**: detrito di versante;
  - **PF**: deposito di paleofrana;
- presenza di ricettori sensibili (opere da progetto o strutture abitative).

Utilizzando i criteri indicati, sono state individuate n. 5 aree di monitoraggio di seguito elencate:

1. **Galleria Bruschetto** - La galleria in variante (prog. Km 318+634-319+174) sarà scavata principalmente nella Formazione di Monte Morello (MML), costituita principalmente da calcari e calcari marnosi. Sulla base dei sondaggi geognostici, si evidenzia che la qualità dell'ammasso roccioso risulta, a tratti, molto scadente, con presenza di ambiti completamente fratturati collocabili anche alla quota della galleria. Nelle zone di imbocco il materiale roccia appare intensamente alterato per spessori metrici.
2. **Loc. Poggio Alberti (Svincolo di Incisa) Opera MC06** - Dissesto pregresso tra le progressive km 320+150 e 320+300.
3. **Località Fattoria le Coste**  
La zona si estende dal Km 320+910 al Km 321+120 circa. E' inserita all'interno della classe PF4 del PAI che individua una pericolosità elevata dei fenomeni franosi, evidenziata dalla presenza di un chiaro quadro fessurativo.
4. **Località Prulli - Opera MC10** - Dissesto pregresso (prog. km 321+200 e 321+400) Tratto tra il cavalcavia CV Polo Chimico e l'A.d.S. di Reggello sulla carreggiata in direzione Firenze - zona alla base del rilievo di Prulli di Sopra.
5. **Frana di Poggilupi** - Dissesto ricadente in prossimità della fine della tratta in esame, alla progressiva km 334+500. L'allargamento dell'autostrada di fatto non interferisce direttamente con l'area instabile, in quanto fra l'autostrada stessa e la frana si interpone la nuova viabilità S.R. 69 e le opere di stabilizzazione del dissesto saranno realizzate dalla Provincia immediatamente a monte della S.R. 69 stessa.

Nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate sono riportate le ubicazioni delle aree di monitoraggio innanzi indicate. Ciascun sito è identificato da un codice assegnato secondo l'esempio riportato di seguito.

Codice completo: **A1-IV-RE-PA-TP-100**

**A1** = A1 – Autostrada Milano Napoli

**IV** = Tratta Incisa - Valdarno

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

IN = Incisa Valdarno;

RE = Reggello;

CB = Campi Bisenzio;

FV = Figline Valdarno;

SG = San Giovanni Valdarno;

TB = Terranuova Bracciolini;

**GB** = Area di monitoraggio (galleria Bruschetto)

GB = galleria Bruschetto

PA = località Poggio Alberti

FC = località Fattoria Le Coste

PS = località Prulli di Sopra;

PL = frana di Poggilupi;

**TP** = tipologia/metodica di misura (TP tubo piezometrico)

TI = tubo inclinometrico;

TP = tubo piezometrico;

TE = tubo estenso-inclinometrico;

**100** = numero progressivo/codice relativo alla strumentazione geotecnica esistente e prevista presente nell'area di monitoraggio.

In tabella sono indicate le aree di monitoraggio individuate con i relativi codici identificativi, il Comune e la località ove ricadono e la classe del dissesto rilevato. I siti sono suddivisi tra lotto 1 e lotto 2

Area di monitoraggio	Denominazione	Comune	Tipologia deposito franoso
A1-IV-RE-GB	Galleria Bruschetto	Reggello	A2-A3
A1-IV-RE-PA	Località Poggio Alberti	Reggello	A2-A3
A1-IV-RE-FC	Località Fattoria Le Coste	Reggello	A1-A2
A1-IV-RE-PS	Località Prulli di Sopra	Incisa Valdarno	A2-A3

**Tabella 17.1** Elenco aree di monitoraggio geotecnico in superficie lotto 1.

Area di monitoraggio	Denominazione	Comune	Tipologia deposito franoso
A1-IV-SG-PL	Frana di Poggilupi	San Giovanni Valdarno	A1

**Tabella 27.2** Elenco aree di monitoraggio geotecnico in superficie lotto 2.

### Descrizione dei siti di monitoraggio individuati

Per l'individuazione dei siti di monitoraggio, in particolar modo per i primi due, si è tenuto conto di alcune problematiche relative ad episodi di instabilità verificatesi in passato:

#### *Galleria Bruschetto (A1-IV-RE-GB)*

La galleria in variante (prog. Km 318+634-319+174) sarà scavata principalmente nella Formazione di Monte Morello (MML), costituita principalmente da calcari e calcari marnosi. Sulla base dei sondaggi geognostici, si evidenzia che la qualità dell'ammasso roccioso risulta, a tratti, molto scadente, con presenza di ambiti completamente fratturati collocabili anche alla quota della galleria. Nelle zone di imbocco il materiale roccia appare intensamente alterato per spessori metrici.

Al momento in sito sono già presenti sei piezometri e un inclinometro all'imbocco nord installati per il progetto definitivo di cui è stata già verificata la funzionalità (cod. vedi tabella 18). Nel corso delle misure previste in fase di ante operam sarà valutata l'integrità dei tubi ed eventualmente reinstallati quelli non più leggibili. A questi sarà aggiunto un inclinometro all'imbocco sud (A1-IV-RE-GB-TI-400).

Per il controllo della stabilità dell'area e degli edifici potenzialmente interessati dai fenomeni di subsidenza è stato previsto un piano di monitoraggio geotecnico e topografico in corso d'opera che prevede l'installazione di inclinometri, piezometri, estenso-inclinometri, mire ottiche, pilastri con mire ottiche, miniprismi su fabbricati, celle di carico, barrette estensimetriche (TUN-1945). Analogamente a quanto fatto per altre tratte, durante l'esecuzione dei lavori, nel report trimestrale (Componente Assetto del Territorio) riguardante la galleria Bruschetto, verranno riportate anche le evidenze degli strumenti di monitoraggio geotecnico e topografico relativi al fenomeno di subsidenza.

#### *Località Poggio Alberti (A1-IV-RE-PA)*

All'altezza dello svincolo di Incisa, alla progressiva chilometrica 320+150 ÷ 320+300 circa, già segnalata nel 1978, nel 1983 si è registrata una deformazione della piattaforma stradale e uno spostamento del muro di controripa già lesionato; da allora non si hanno più notizie di interventi o evoluzione dei dissesti. Si prevede di installare una coppia di strumenti del tipo inclinometro/piezometro a monte della paratia MC06, a controllo di eventuali problemi di instabilità nella zona di Poggio Alberti per la presenza di alcuni edifici abitati.

#### *Località Fattoria Le Coste*

La zona si estende dal Km 320+910 al Km 321+120 circa. E' inserita all'interno della classe PF4 che individua una pericolosità elevata dei fenomeni franosi. Al momento in sito sono già presenti tre inclinometri di cui è stata già verificata la funzionalità (cod. vedi tabella 18). Nel corso delle misure previste in fase di ante operam sarà valutata l'integrità dei tubi ed eventualmente reinstallati quelli non più leggibili. A questi sarà aggiunto un piezometro (A1-IV-RE-FC-TP-500).

#### *Località Prulli di Sopra (A1-IV-RE-PS)*

Una zona in cui si hanno evidenze di movimenti superficiali e lesioni di manufatti esterni all'autostrada nel tratto tra il cavalcavia CV Polo Chimico e l'A.d.S. di Reggello sulla carreggiata in direzione Firenze. In questa area già ai tempi della realizzazione dell'autostrada ci furono episodi di instabilità in prossimità della rampa diretta all'A.d.S. di Reggello, in concomitanza degli scavi eseguiti per la sua costruzione.

Nel novembre 1961, durante la costruzione del tratto di carreggiata posto alla base del rilievo di Prulli di Sopra, procedendo verso Roma subito prima dell'Ads Reggello, si verificò un dissesto che, oltre alla sede stradale (quota m 135 slm), progressivamente coinvolse il versante sovrastante sino al margine degli edifici della Borgata Prulli di Sopra posta alla sommità della Collina (m 155) slm. Si prevede di installare almeno due coppie di strumenti del tipo inclinometro/piezometro a controllo di eventuali risentimenti sulla stabilità a valle dell'abitato in località Prulli di Sopra.

#### *Frana di Poggilupi (A1-IV-SG-PL)*

Nell'area interessata dal tracciato l'unica zona morfologicamente attiva presente, riconosciuta anche dalla cartografia tematica del P.A.I., è quella di Poggilupi, ricadente in



prossimità della fine della tratta in esame. L'allargamento dell'autostrada di fatto non interferisce direttamente con l'area instabile, poiché fra l'autostrada stessa e la frana si interpone la nuova viabilità S.R. 69 e le opere di stabilizzazione del dissesto saranno realizzate dalla Provincia immediatamente a monte della S.R. 69 stessa.

Per il controllo della stabilità dell'area, come richiesto dalle prescrizioni della CTVA e dell'Autorità Di Bacino, verrà installato una nuova coppia inclinometrico/piezometro sul corpo delle opere di stabilizzazione in terre armate. Al momento in sito sono presenti 6 inclinometri installati per il progetto definitivo (cod. SV24B; I01; I02; I03bis; I04; I04ter). Sono state eseguite diverse letture dei suddetti strumenti; verificata la funzionalità si propone di integrare codesto piano col monitoraggio delle verticali esistenti.

Codice Area	Sito/Opera	Strumentazione geotecnica presente	Strumentazione geotecnica da installare	Rilevazione topografica e fessurimetrica
A1-IV-RE-GB	Galleria Bruschetto	SE4-SV25TER- SE6-PZ1-PZ2 (piezometri); SV2B-SV2Bbis (incli-piez)	TI-400	16 mire ottiche su edifici 19 mire su imbocchi autostrada esistente 81 mire su pilastri  10÷15 vetrini graduati
A1-IV-RE-PA	Località Poggio Alberti	-	TI-100/TP-100bis	-
A1-IV-RE-FC	Località Fattoria Le Coste	SI1-SI2-SE10BIS	TP-500bis	
A1-IV-RE-PS	Località Prulli di Sopra	-	TI-200/TP-200bis TI-201/TP-201bis	-
A1-IV-SG-PL	Frana di Poggilupi	I01; I02; I03bis; I04; I04ter SV24B (inclinometri)	TI-300/TP-300bis	-

**Tabella 18** Strumentazione geotecnica e topografica.

### Fasi di monitoraggio

Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura inclinometriche e piezometriche tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato deformativo delle aree potenzialmente interessate dalle lavorazioni.

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

Eventuali monitoraggi pregressi e tre letture, comprensive della lettura di zero, prima dell'inizio delle fasi critiche delle attività realizzative.

- fase di corso d'opera

La frequenza dei rilievi è individuata in uno ogni trenta 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 10÷15 giorni, in condizioni di particolare criticità, per poi passare ad una frequenza minore nelle restanti fasi (ad es. 1 rilievo ogni tre mesi).

- fase di post operam

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

In tabella 19 si riassume la frequenza di misure stabilita secondo la tipologia strumentale per i siti individuati:

Tipologia di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
Piezometri (TP)	Trimestrali	Mensili	Trimestrali
Inclinometri (TI)	Trimestrali	Mensili	Trimestrali
Estensimetri (TE)	Trimestrali	Mensili	Trimestrali
Vetrino graduato		Mensile*	
Mire ottiche su fabbricato e versanti (MO)	Mensili*	Settimanale*	Mensili*
Vetrini graduati (VG)		Mensili*	

**Tabella 19** Frequenza di misura per le diverse tipologie strumentali previste nei siti individuati.

\*la frequenza delle letture potrà subire variazioni considerando una possibile intensificazione delle stesse durante le fasi di scavo in galleria.

#### Tratte a basse coperture delle gallerie naturali

Lungo le tratte a basse coperture delle gallerie naturali, sono previste attività di monitoraggio finalizzate a:

- valutare l'entità e l'ampiezza di fenomeni di subsidenza conseguenti dallo scavo in galleria, mediante pilastrini con mira ottica ed estensoinclinometro;
- valutare eventuali cedimenti indotti (e conseguenti danni) sui recettori sensibili posti all'interno o in prossimità delle fasce d'influenza, mediante miniprismi sugli edifici, vibrografi ed inclinometri installati in prossimità dei fabbricati.
- Valutare possibili effetti negativi sulla stabilità di corpi di frana quiescente intercettati dallo scavo della galleria.

I siti di monitoraggio topografico ricadono tutti nel lotto 1

### Descrizione delle tratte monitorate

Galleria Bruschetto: La galleria in variante (prog. Km 318+634-319+174) sarà scavata principalmente nella Formazione di Monte Morello (MML), costituita principalmente da calcari e calcari marnosi. Sulla base dei sondaggi geognostici, si evidenzia che la qualità dell'ammasso roccioso risulta, a tratti, molto scadente, con presenza di ambiti completamente fratturati collocabili anche alla quota della galleria. Nelle zone di imbocco il materiale roccia appare intensamente alterato per spessori metrici.

Si ritiene opportuno prevedere i seguenti siti di monitoraggio:

- Imbocco Nord Galleria esistente (**Area 1**) : monitoraggio dell'opera d'imbocco.
- Imbocco Sud Galleria esistente (**Area 2**): monitoraggio dell'opera d'imbocco.
- Imbocco Nord Galleria in variante (**Area 3**): monitoraggio del versante (pk 318+634- 318+780).
- Tratta da pk 318+810 a pk 318+840 (**Area 4**): monitoraggio del versante all'interno del bacino di subsidenza.
- Tratta da pk 318+840 a pk 318+980 (**Area 5**): monitoraggio degli edifici e dei versanti all'interno del bacino di subsidenza.
- Imbocco Sud Galleria in variante (**Area 6**): monitoraggio versante (pk 319+080 – 319+174).



Figura 1: Siti di monitoraggio topografico per controllo subsidenza

### Frequenza di lettura

In presenza di recettori sensibili, per quanto concerne il monitoraggio topografico del p.c. e degli edifici oggetto di monitoraggio, si dovranno prevedere le seguenti frequenze di lettura:

**In presenza di recettori sensibili (Area 5)**

I rilievi topografici seguiranno la seguente frequenza:

- Ante operam: n° 13 letture prima dell'inizio delle fasi critiche delle attività realizzative.
- Corso d'opera: n° 1 lettura a settimana quando il fronte di scavo dista ad una distanza superiore a 50m.

N.3 letture a settimana quando il fronte di scavo si trova all'interno della finestra mobile (-50/+50 metri) dei recettori sensibili (Area 5).

N.2 letture per verificare l'esaurimento dei movimenti causati dallo scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza superiore a 50m.

-Post Operam : 12 letture per la durata di un anno.

**In assenza di recettori sensibili**

I rilievi topografici seguiranno la seguente frequenza:

- N.1 lettura con frequenza quindicinale quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza superiore a 50m.
- N.1 lettura settimanale quando il fronte di scavo si trova all'interno della finestra mobile (-50/+50 metri) delle Aree 1,2,3,4,6.
- N°2 letture con frequenza quindicinale per verificare l'esaurimento dei movimenti causati dallo scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza superiore a 50m.

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

PROGRESSIVE CHILOMETRICHE IN CORRISPONDENZA DELLE QUALI E' PREVISTO UN MONITORAGGIO DEL FENOMENO DELLA SUBSIDENZA E RELATIVA STRUMENTAZIONE PREVISTA												
Progressiva	Opera	pilastrini			miniprismi su edificio		miniprismi su manufatto		inclinometri		piezometri	
		miniprismi	numero pil.	letture	numero	letture	numero	letture	lunghezza	letture		
Area 1	gall. Bruschetto		2				10	14				
Area 2	gall. Bruschetto		2				17	21				
Area 3	gall. Bruschetto	28	26	18					L=35	44	TA. 16 m	44
Area 4	gall. Bruschetto	21	19	14								
Area 5	gall. Bruschetto	27	23	47	16	72					TA.75 m	44
											TA.75 m	44
Area 6	gall. Bruschetto	23	7	15					L=35 m	44	TA. 40 m	44
											TA.30 m	44

Tabella 20 – Tabella riepilogativa monitoraggio del fenomeno della subsidenza

### Rilievi LIDAR

Per quanto riguarda i rilievi LIDAR si prevede di farne uno (DTM primo e ultimo impulso) in fase ante opera, uno a conclusione dei lavori in alveo e l'ultimo a chiusura dei lavori di ampliamento alla terza corsia nel tratto (almeno tre rilievi). Successivamente ulteriori due rilievi opzionali saranno richiesti nel caso di eventi di piena importanti o con effetti diffusi di erosione di sponda.

La descrizione della metodica è inserita al paragrafo 3.3.8

## 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.

### **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.

Inoltre sarà previsto un programma di controllo e monitoraggio del rumore prodotto, prevedendo che l'informazione della popolazione non sarà attuata immediatamente prima di eventi impulsivi, ma svolta secondo un programma di attività ampio (ad es. a cadenza settimanale), nel quale saranno individuate dall'impresa esecutrice dei lavori date e fasce orarie degli eventi previsti.

### 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
- **VEGETAZIONE**
  - Campagne di misura e rilievo in situ
- **ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO**
  - Campagne di misura e rilievo in situ

L'esecuzione dei rilievi, quale attività di routine, può avvenire per mezzo di campagne periodiche di misura o stazioni fisse strumentali con registrazione in continuo; a ciò si aggiungono le attività 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:

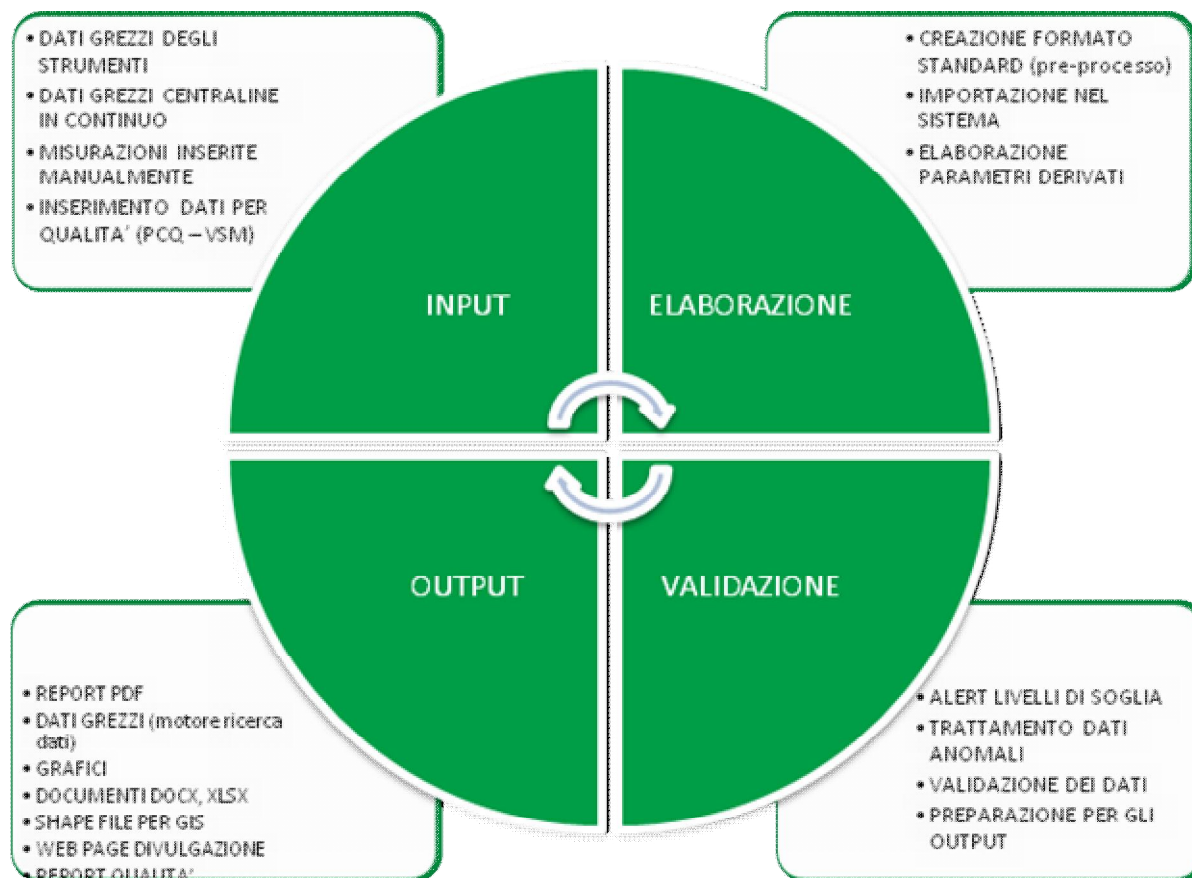
- interfacciamento con l'utente
- importazione dati e pre-elaborazione
- elaborazione/validazione dati
- ricerca e visualizzazione dati
- esportazione dei dati

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.

## 6.1. Sito web di consultazione pubblica

Verrà predisposta una piattaforma web di consultazione pubblica dei dati del monitoraggio prima dell'inizio dei lavori implementata con tutti i dati Ante Operam rilevati.

Le tempistiche con cui saranno resi disponibili i dati verranno concordati con il Comitato di Controllo

Il nuovo sito disporrà di una sezione dedicata al pubblico ove saranno presentati i risultati delle attività di monitoraggio in forma sintetica.

La piattaforma di gestione dei dati ambientali, sarà dotata di una serie di nuove funzionalità che consentiranno la generazione automatica di dati di sintesi a partire dai dati rilevati.

L'area per il pubblico sarà dotata di quadro sinottico per la visualizzazione georeferenziata dei dati e di schede di stazione (punti di misura) dalle quali sarà possibile visualizzare i dati in forma tabellare e grafica ed il rapporto di sintesi trimestrale prodotto da S.P.E.A.

Il sito in analogia alle altre tratte (Barberino- Firenze Nord e Firenze sud Incisa) presenterà un'area riservata in cui saranno inseriti tutti i dati del monitoraggio, il calendario mensile dei rilievi e la documentazione richiesta con le tempistiche già approvate dal Comitato stesso